

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

LES DÉFIS DU PARTAGE D'INFORMATIONS ENTRE DES FOURNISSEURS DE
SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION INTERDÉPENDANTS

JUSTINE ARNOUX

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE INDUSTRIEL)

AOÛT 2015

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

LES DÉFIS DU PARTAGE D'INFORMATIONS ENTRE DES FOURNISSEURS DE
SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION INTERDÉPENDANTS

présenté par : ARNOUX Justine

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. BOURGAULT Mario, Ph. D., président

M. ROBERT Benoît, Ph. D., membre et directeur de recherche

Mme CHARETTE Corinne, ing., membre

REMERCIEMENTS

Je voudrais adresser mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui m'ont entourée tout au long de la réalisation de ces travaux de recherche et, plus dernièrement, dans l'écriture de ce mémoire.

En premier lieu, je remercie chaleureusement Benoît Robert, professeur titulaire à Polytechnique Montréal et directeur du *Centre risque & performance* (CRP). En tant que directeur de recherche, il m'a initiée au monde de la recherche scientifique et à la créativité et aux remises en question qu'elle demande. Grâce à son expérience, sa disponibilité, sa patience et sa compréhension, il a su parfaitement m'encadrer et me soutenir pendant toute la durée de cette maîtrise.

Je tiens également à remercier particulièrement Luciano Morabito, associé de recherche au CRP, qui m'a grandement aidée tout au long de ce projet sur les télécommunications. Sa rigueur dans la relecture de mon mémoire et ses judicieux conseils ont fortement contribué à la rédaction de ce document.

Irène Cloutier, associée de recherche au CRP, a également été présente tout au long de ces travaux et sa présence a été un plus tout au long de cette étude. J'ai apprécié son esprit critique, son ouverture d'esprit et la part de féminité qu'elle a apportée.

Toute ma gratitude va également à l'ensemble des étudiants du CRP que j'ai croisé pendant ces 20 mois : Matthieu, Laura G., Delphine, Angelica, Philippe, Palmyre, Luisa, Laura H. et Zaynab, merci pour tous les moments de détente et la bonne humeur que vous avez apportés !

En dehors du CRP, je voudrais exprimer toute ma reconnaissance à l'ensemble des personnes du secteur des télécommunications que j'ai eu l'occasion de rencontrer. Michel Renaud, Yves Fortier, Pierre Benoît et toutes les personnes qui nous ont fait visiter des installations de télécommunication ont pris le temps de m'expliquer dans les détails des éléments sur le fonctionnement des réseaux de télécommunication, domaine qui ne m'était pas familier avant d'entamer ces travaux de recherche. Je leur en suis extrêmement reconnaissante.

Pour terminer, tous mes proches (famille, amis, etc.) m'ont été d'un grand soutien. Leurs messages d'encouragement, qu'ils viennent du Québec ou de France, m'ont été indispensables pour accomplir jusqu'au bout cette maîtrise.

RÉSUMÉ

Le contenu de ce mémoire fait partie d'un projet financé par Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) et confié au *Centre risque & performance* de Polytechnique Montréal en partenariat avec Industrie Canada et le Centre des services partagés du Québec.

Les réseaux de télécommunication sont considérés comme des infrastructures essentielles dans le sens où ces réseaux fournissent à la société une ressource dont elle a nécessairement besoin pour bien fonctionner. Dans le souci de les protéger, un comité du secteur des télécommunications au Québec recommande dans un de ses rapports qu'une étude des interdépendances entre les différents fournisseurs de services de télécommunications soit initiée. Cependant, certains défis au partage d'informations entre fournisseurs de services de télécommunication au sujet de leurs interdépendances subsistent.

L'objectif de cette recherche est d'analyser de façon structurée la problématique du partage, entre des fournisseurs de services de télécommunication, d'informations sensibles concernant spécifiquement les interdépendances entre eux. Cette analyse passe par les sous-objectifs suivants à savoir une caractérisation des interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunication ainsi que par l'identification, d'une part, des freins au partage d'informations et, d'autre part, des gains potentiels liés au partage d'informations. Enfin, des modalités d'implantation d'un cadre de partage d'informations sont proposées.

L'approche utilisée pour les travaux est celle de la recherche-action. Cette approche consiste en la collaboration de chercheurs et de professionnels rencontrant une problématique concrète, dans le but d'associer rigueur scientifique et contraintes pratiques.

Les résultats de ce mémoire conduisent à des recommandations pour la mise en place d'un cadre d'échange et de partage d'informations dédié aux interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunication.

ABSTRACT

The works presented here are included in a larger research project, funded by Defence research and development Canada (DRDC) and assigned to the *Centre risque & performance* of *Polytechnique Montréal* in collaboration with Industry Canada and the *Centre des services partagés du Québec*.

The telecommunication networks are considered as critical infrastructures because these networks provide a vital resource which society needs to properly operate. In order to protect them, a committee from the telecommunication sector recommends in one of his reports that a study about interdependencies between telecommunications providers should be carried out. Nevertheless, some challenges remain to share information between them regarding their interdependencies.

The goal of this research is to analyze in a structured way the issue of sharing sensitive information between telecoms providers about their interdependencies. This study is going through the following sub-objectives that is to say a characterization of interdependencies between telecommunication networks as well as, on the one hand, the identification of obstacles of information sharing and, on the other hand, of plausible profits linked to information sharing. Finally, terms and conditions to implement a framework for the exchange and sharing of information are proposed.

The methodological approach employed to reach the goal of the research is the one of the action-research. This approach consists of the collaboration of researchers and practitioners coming across a concrete issue, in the aim to bring together scientific rigor and practical concerns.

The results of this dissertation lead to advices for the set-up of a framework for the exchange and sharing of information dedicated to interdependencies between telecommunications providers.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	III
RÉSUMÉ.....	IV
ABSTRACT	V
TABLE DES MATIÈRES	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
LISTE DES FIGURES.....	X
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XI
LISTE DES ANNEXES.....	XIV
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE	4
1.1 Origine des travaux	4
1.1.1 Présentation du Comité régional des télécommunications d’urgence du Québec	4
1.1.2 Résultats des exercices de la série Simba-Nicky	6
1.1.3 Point à améliorer : clarifier les gains attendus	7
1.2 Portrait du secteur des télécommunications	8
1.2.1 Fournisseurs de services de télécommunication	9
1.2.2 Types de réseaux	16
1.2.3 Convergence des différents types de réseaux.....	28
1.2.4 Point à améliorer : caractériser les interdépendances.....	30
1.3 Pratiques existantes en matière de partage d’informations	31
1.3.1 Présentation de comités du secteur des télécommunications	32
1.3.2 Point à améliorer : comprendre le blocage lié aux interdépendances	36

CHAPITRE 2	SUJET DE RECHERCHE	38
2.1	Question de recherche	38
2.2	Objectifs de recherche	38
2.3	Méthodologie	39
CHAPITRE 3	CARACTÉRISATION DES INTERDÉPENDANCES	47
3.1	Interdépendances cybernétiques.....	47
3.2	Interdépendances logiques	47
3.3	Interdépendances fonctionnelles (ou physiques).....	48
3.3.1	Interdépendances fonctionnelles dues aux ententes contractuelles	49
3.3.2	Interdépendances fonctionnelles dues aux interconnexions.....	52
3.4	Interdépendances géographiques.....	52
3.5	Particularités territoriales	54
CHAPITRE 4	FREINS AU PARTAGE D'INFORMATIONS	58
4.1	Accès difficile aux informations	58
4.2	Sensibilité des informations	60
4.3	Complexité des informations	62
4.4	Méconnaissance des informations.....	62
CHAPITRE 5	OBJECTIF ET GAINS DU CADRE D'ÉCHANGE ET DE PARTAGE D'INFORMATIONS	64
5.1	Rappel de l'objectif du cadre et catégories de gains	64
5.2	Améliorer la gestion des connaissances	66
5.3	Améliorer la gestion des risques	68
5.4	Améliorer la gestion des conséquences.....	69
5.5	Accroître la résilience des réseaux de télécommunication.....	71

CHAPITRE 6	MODALITÉS À RESPECTER.....	73
6.1	Faciliter l'accès aux informations	73
6.2	Respecter la sensibilité des informations	74
6.3	Se baser sur des résultats d'expertises.....	74
6.4	Être flexible	75
CHAPITRE 7	VALIDATION DES RÉSULTATS.....	77
7.1	Commentaires lors de rencontres avec deux comités de télécommunicateurs.....	77
7.1.1	Commentaires du premier comité rencontré	77
7.1.2	Commentaires du second comité rencontré	78
7.2	Résultats de la grille d'évaluation fournie.....	79
7.2.1	Résultats sur les freins au partage d'informations	79
7.2.2	Résultats sur les gains	82
CHAPITRE 8	RECOMMANDATIONS.....	86
8.1	Structure du cadre de partage d'informations	86
8.2	Mode de gouvernance du cadre de partage d'informations	86
8.3	Suite des travaux	89
CONCLUSION	90
LISTE DE RÉFÉRENCES.....		93
ANNEXES		99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Éléments de liaison entre réseaux de télécommunication.....	30
Tableau 1-2 : Pratiques en matière de partage d'informations entre fournisseurs de services de télécommunication au Canada	32
Tableau 2-1 : Activités réalisées pour développer une solution (étape 2 de recherche-action)	43
Tableau 2-2 : Échelle de l'évaluation de la pertinence des freins et des gains au partage d'informations.....	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Chaîne de valeur du secteur des télécommunications (source : auteure)	9
Figure 1-2 : Catégories de fournisseurs de services de télécommunication (source : auteure)	14
Figure 1-3 : Réseau de téléphonie filaire - <i>Public switched telephone network</i> (source : auteure)	17
Figure 1-4 : Réseau de téléphonie filaire - <i>Fiber to the home</i> (source : auteure)	19
Figure 1-5 : Réseau cellulaire (mobile) - <i>Public land mobile network</i> (source : auteure)	21
Figure 1-6 : Réseau de câblodistribution (adaptée de Tanenbaum et Wetherall, 2011)	23
Figure 1-7 : Réseau Internet (source : auteure)	24
Figure 1-8 : Modèles de communication entre ordinateurs (adaptée de Tanenbaum et Wetherall, 2011)	25
Figure 1-9 : Réseau satellitaire (source : auteure)	27
Figure 1-10 : Équipements parcourus lors d'une télécommunication (source : auteure)	29
Figure 2-1 : Processus de recherche utilisé (adaptée de Marty, 2014)	42
Figure 3-1 : Topologie des réseaux (adaptée de Pillou, s.d.)	55
Figure 4-1 : Freins au partage d'informations	63
Figure 5-1 : Objectif et catégories de gains du cadre d'échange et de partage d'informations	65
Figure 5-2 : Gains attendus par le cadre d'échange et de partage d'informations	72
Figure 6-1 : Modalités à respecter par le cadre d'échange et de partage d'informations	76
Figure 7-1 : Moyennes des réponses à la grille d'évaluation concernant les freins	80
Figure 7-2 : Écart-types des réponses à la grille d'évaluation concernant les freins	82
Figure 7-3 : Moyennes des réponses à la grille d'évaluation concernant les gains	83
Figure 7-4 : Écart-types des réponses à la grille d'évaluation concernant les gains	84

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACPTU	Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence
CCCST	Comité consultatif canadien pour la sécurité des télécommunications
CÉPI	Cadre d'échange et de partage d'informations
COGIM	Câbles optiques Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine
CRP	Centre risque & performance
CRTC	Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications
CRTU	Comité régional des télécommunications d'urgence
CSEM	Commission des services électriques de Montréal
CSPQ	Centre des services partagés du Québec
CST	Centre de la sécurité des télécommunications
CSTAC	Canadian security telecommunications advisory committee
CTEPA	Canadian telecommunications emergency preparedness association
CTPC	Canadian telecom cyber protection
EDR	Entreprise de distribution de radiodiffusion
ESLC	Entreprise de services locaux concurrente
ESLT	Entreprise de services locaux titulaire
FDMA	Frequency division multiple access
FST	Fournisseur de services de télécommunication
FTTH	Fiber to the home
GPS	Global positioning system
GSM	Global system for mobile communications
HFC	Hybride fibre coaxial
IP	Internet Protocol

IE	Infrastructure essentielle
IETF	Internet engineering task force
IMSI	International mobile subscriber identity
ISO	International organization for standardization
IT-ISAC	Information technology-Information sharing and analysis center
LTE	Long term evolution
MAC	Media access control
MTSO	Mobile telephone switching office
OSBL	Organisme sans but lucratif
OSI	Open systems interconnection
PCTC	Protection cybernétique des télécommunications canadiennes
PI	Point d'interdépendance
PLMN	Public land mobile network
HFC	Hybride fibre coaxial
PSTN	Public switched telephone network
RCE	Réseau de communications Eeyou
RENIR	Réseau national intégré de radiocommunication
RICEIM	Réseau intégré de communications électroniques des Îles-de-la-Madeleine
RITM	Réseau intégré de télécommunication multimédia
RT	Réseau de télécommunication
RTPC	Réseau téléphonique public commuté
SCADA	Supervisory control and data acquisition
SCRS	Service canadien du renseignement de sécurité
SPC	Sécurité publique Canada

TDMA	Time division multiple access
TCP/IP	Transmission control protocol / Internet protocol
TIC	Technologies de l'information et des communications
UMTS	Universal mobile telecommunications system
WWW	World wide web

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – GRILLE D’EVALUATION	99
--------------------------------------	----

INTRODUCTION

Avant toute chose, ces travaux de maîtrise s'inscrivent dans un projet de recherche plus large confié au *Centre risque & performance* de Polytechnique Montréal. Ce projet n'aurait pas été possible sans le financement attribué par le Centre des sciences pour la sécurité de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) ainsi que sans la participation précieuse d'Industrie Canada et du Centre des services partagés du Québec, tous deux partenaires du projet. Le projet confié au *Centre risque & performance* a débuté en juin 2014 et a une durée prévue de deux ans. Ce mémoire vient faire l'état de l'avancement des travaux après un an d'étude.

Les infrastructures essentielles (ex. : réseaux d'eau, d'électricité, etc.), dont font partie les réseaux de télécommunication, sont indispensables pour la société, car elles lui fournissent des ressources dont elle a nécessairement besoin pour bien fonctionner. En cas de défaillance d'une de ces infrastructures essentielles, les conséquences pour la société peuvent donc être considérables. Ces conséquences sont exacerbées par le fait que les différentes catégories d'infrastructures essentielles sont interdépendantes. Par exemple, les réseaux d'eau ont besoin d'électricité pour acheminer l'eau à la population tandis que les réseaux électriques ont besoin d'eau pour refroidir certaines de leurs installations. La défaillance d'une infrastructure essentielle d'un secteur comme celui de l'eau peut alors entraîner la défaillance d'une infrastructure essentielle d'un autre secteur comme celui de l'électricité. Ce type de réactions en cascades est appelé effet domino.

Du fait de leur importance pour la société et des interdépendances inter-sectorielles qui existent entre les différents types d'infrastructures essentielles, leur protection et leur résilience sont une préoccupation incontournable et nécessitent un travail inter-organisationnel. Au Canada, la *Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles* adoptée en 2009 insiste sur le besoin d'une collaboration inter-organisationnelle pour partager de l'information entre propriétaires d'infrastructures essentielles afin de mieux protéger celles-ci (Gouvernement du Canada, 2009). De plus, le *Centre risque & performance*, centre de recherche de Polytechnique Montréal, travaille en collaboration avec différentes infrastructures essentielles du Québec pour l'étude des interdépendances inter-sectorielles (Robert et Morabito, 2008, 2010).

En ce qui concerne plus particulièrement les réseaux de télécommunication, ils sont considérés comme une catégorie d'infrastructure essentielle. De plus, à l'interne du secteur des télécommunications, les différents réseaux de télécommunication sont interdépendants. Notamment, les clients des différents fournisseurs de services de télécommunication doivent pouvoir communiquer entre eux quel que soit leur fournisseur de services. L'étude des interdépendances intra-sectorielles entre fournisseurs de services de télécommunications est donc justifiée.

Cependant, certains défis au partage d'information entre fournisseurs de services de télécommunication existent. La concurrence entre eux représente, par exemple, un frein au partage d'informations. Cette réalité est exacerbée par le fait qu'il n'existe pas de cadre bien défini qui identifie les informations à partager et qui dicte l'utilisation de ces informations dans le respect des politiques de confidentialité des organisations.

Dans un tel contexte, ce projet de maîtrise n'est pas une étude technique sur les interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunication, mais plutôt une analyse structurée de la problématique du partage d'informations au sujet de leurs interdépendances. Les frontières géographiques de l'étude sont, dans un premier temps, celles d'une seule des provinces du Canada, à savoir le Québec. L'objectif de ces travaux de maîtrise est de définir le problème pour favoriser la mise en place d'un cadre d'échange et de partage d'informations dédié aux interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunications. La définition de problème passe par une meilleure compréhension du secteur avec l'établissement d'un portrait du secteur et notamment des interdépendances entre fournisseurs. Elle passe également par la validation des freins au partage d'informations et la définition des gains attendus par le cadre d'échange et de partage d'informations dédié aux interdépendances entre fournisseurs. Enfin, la définition du problème passe par l'énonciation de modalités à respecter pour la mise en place de ce cadre.

Ce mémoire est constitué de huit chapitres. Le premier chapitre expose le contexte de recherche de l'origine du sujet jusqu'aux pratiques existantes en matière de partage d'informations entre fournisseurs de services de télécommunication. Un bref portrait du secteur des télécommunications y est également présenté. Le deuxième chapitre présente le sujet de recherche et se subdivise en trois parties : la question de recherche, les objectifs de recherche et la

méthodologie. Les chapitres suivants reprennent chacun un des objectifs du projet. Le troisième chapitre caractérise ce qui est entendu par interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunication dans le cadre de cette étude. Le quatrième chapitre présente les principaux freins au partage d'informations identifiés puis le cinquième chapitre met en valeur les gains potentiels attendus du cadre d'échange et de partage d'informations. Le sixième chapitre, quant à lui, recommande des modalités à respecter par le cadre pour permettre sa mise en place. Le septième chapitre expose les avis récoltés suite aux rencontres avec deux comités du secteur des télécommunications pour présenter le travail de recherche réalisé. Enfin, le dernier chapitre liste certaines recommandations notamment quant à la structure et le mode de gouvernance que devrait adopter un cadre d'échange et de partage d'informations dédié aux interdépendances.

CHAPITRE 1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Ce chapitre vise à comprendre dans quel contexte se situent ces travaux de recherche. Il a son importance pour se familiariser avec le vocabulaire du secteur des télécommunications, mais aussi pour comprendre en quoi les travaux exposés dans le reste de ce mémoire viennent combler des lacunes dans la situation existante. La première section vise à expliquer d'où la notion de partage d'informations entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST) interdépendants prend sa source. Ensuite, une section dresse un portrait du secteur dans le sens où les différentes catégories de FST et les principaux types de Réseaux de télécommunication (RT) auxquels ces FST ont recours sont présentés. Ce portrait aide à comprendre toute la diversité des situations d'interdépendances auxquelles on peut être confronté. Enfin, la dernière partie de ce chapitre fait état de la situation actuelle en matière de partage d'informations entre FST interdépendants.

1.1 Origine des travaux

Pour réaliser sa demande de projet pour la création d'un cadre d'échange d'informations dédié aux RT, le *Centre risque & performance* (CRP) s'est appuyé sur les besoins exprimés par un comité : le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec.

1.1.1 Présentation du Comité régional des télécommunications d'urgence du Québec

D'une part, les RT font partie d'une des 10 catégories d'Infrastructures essentielles¹ (IE) définies au Canada (Gouvernement du Canada, 2009). Ces IE représentent « l'ensemble des processus, des systèmes, des installations, des technologies, des réseaux, des biens et des services nécessaires pour assurer la santé, la sûreté, la sécurité ou le bien-être économique des Canadiens et des

¹ Les dix catégories d'IE au Canada sont : Énergie et services publics, Finances, Alimentation, Transport, Gouvernement, Technologies de l'information et de la communication, Santé, Eau, Sécurité, Secteur manufacturier (Gouvernement du Canada, 2009). Pour comparaison, on retrouve seize secteurs d'IE aux États-Unis : Chimique, Commercial, Technologies de la communication, Manufacturier, Barrages, Défense, Services d'urgence, Énergie, Finances, Alimentation et agriculture, Gouvernement, Santé et services sociaux, Technologies de l'information, Nucléaire, Transports, Eau (The White House, 2013).

Canadiennes ainsi que l'efficacité du gouvernement » (Gouvernement du Canada, 2009). De plus, la défaillance, même momentanée, d'une de ces IE « pourrait se traduire en pertes de vie et en effets économiques néfastes, et pourrait considérablement ébranler la confiance du grand public » (Gouvernement du Canada, 2009). Autrement dit, les RT en tant qu'IE sont vitaux pour l'ensemble de la société.

D'autre part, les RT représentent une IE particulièrement sollicitée. Les RT sont, en effet, non seulement au cœur de l'ensemble des activités socio-économiques et de la gestion courante des organisations, mais ils sont également des systèmes particulièrement sollicités en situation d'urgence notamment pour permettre la coordination des premiers intervenants. On peut aussi ajouter que l'ensemble des autres IE dépend des RT. Par exemple, les réseaux d'eau ou d'électricité utilisent les télécommunications pour leurs systèmes SCADA (*Supervisory control and data acquisition*) ce qui leur permet de piloter à distance leurs installations (Rinaldi et al. 2001). Et cette sollicitation massive des RT n'est pas près de s'arrêter si l'on en croit, par exemple, les notions de société numérique, d'internet des objets ou même de ville intelligente qui sont très en vogue actuellement.

Il convient alors de tout faire pour protéger ces RT au mieux, mais aussi pouvoir agir le plus efficacement possible en cas de défaillance de ceux-ci afin d'assurer leur disponibilité au maximum.

Dans cette optique, un regroupement de ministères provinciaux et fédéraux, d'entreprises privées de télécommunication et d'autres organismes² a été créé : le Comité régional des

² Les membres du CRTU sont : Agence canadienne d'inspection des aliments, Agence du revenu du Canada, Agence des services frontaliers du Canada, Agriculture et agroalimentaire Canada, Défense nationale (Service des Transmissions - 5e Groupe de soutien de secteur), Environnement Canada (Secteur météo, et section urgences environnementales), Gendarmerie royale du Canada (Section télécommunications, et section mesures d'urgence), Garde côtière canadienne (Direction des services techniques), Industrie Canada (Direction générale des opérations de la gestion du spectre), Santé Canada, Sécurité publique Canada (Gestion des urgences), Service Canada, Services partagés Canada, Service canadien de renseignements et sécurité, Travaux publics et services gouvernementaux Canada (Sécurité), Centre de services partagés du Québec (Direction générale des réseaux de télécommunications), Ministère de la sécurité publique du Québec (Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie), Alstream, Association des compagnies de téléphone du Québec, Bell Canada, Bell Mobilité, Cogeco Ltée, Rogers sans-fils, Telesat, Télébec Ltée (Division de Bell Aliant), Telus mobilité, Telus Québec, Vidéotron Ltée,

télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec (Industrie Canada, 2011a). Présidé par Industrie Canada, ministère du Gouvernement du Canada chargé de la politique industrielle, ce comité a pour objectif de favoriser le renforcement de l'état de préparation des services de télécommunication en vue d'assurer leur disponibilité durant les urgences régionales ou nationales. Le CRTU siège deux fois par année et donne l'occasion aux différents intervenants de partager des informations pertinentes sur des situations d'urgence survenues ou qui auraient pu survenir.

1.1.2 Résultats des exercices de la série Simba-Nicky

Entre 2009 et 2013, le CRTU a conduit une série d'exercices appelée Simba-Nicky qui a démontré qu'il existe un réel besoin de mettre sur pied une plateforme formelle d'échange d'informations spécifiquement dédiée à la question des interdépendances entre les FST. En effet, comme l'ensemble des IE, les RT sont fortement interdépendants.

La série d'exercices Simba-Nicky consistait à simuler la période de 0 à 48 heures suite à un tremblement de terre et mesurer l'impact d'un tel évènement sur les RT. Les résultats des exercices sont venus renforcer la crainte « devant la possibilité de plus en plus grande qu'un sinistre affecte la plupart des membres du CRTU » (CRTU, 2013). Les exercices ont, en effet, conduit à la découverte d'infrastructures physiques similaires utilisées par différents FST pour fournir leurs services de télécommunication. En cas de défaillance de ces infrastructures communes suite au tremblement de terre, des pertes de services conséquentes auraient pu être observées. Dans cet exemple, les FST impliqués n'avaient pas conscience qu'ils étaient liés à cet endroit dans le sens où ils y partagent une infrastructure physique commune afin de fournir des services de télécommunication. Ce manque de connaissances faussait l'évaluation des impacts potentiels d'un évènement sur le fonctionnement global des RT et donc de leur disponibilité pour l'ensemble de la société.

Parallèlement, d'autres évènements, bien réels ceux-ci, ont mis en lumière d'autres situations où des sites conjoints ont été repérés suite à des perturbations. Dans la région de Pontiac au Québec, en février dernier et ce pendant 2 heures, « il était impossible pour le centre hospitalier d'accéder

Administration portuaire de Montréal, Hydro-Québec, Nav Canada, Société canadienne de la Croix-Rouge, Société de la protection des forêts contre le feu, Société Radio Canada (Industrie Canada, 2011a).

à ses bases de données informatiques hébergées à Gatineau » (Bélanger, 2015a). Bell Canada, en plus de desservir sa propre clientèle, est en effet sous-traitant d'un autre FST, en l'occurrence Telus, dans la région. Bell Canada « savait qu'elle devait couper le service. Elle n'a cependant pas pris la peine d'avertir les services d'urgence qu'une panne majeure allait survenir » (Bélanger, 2015a). Telus « dont une des obligations contractuelles est de relier tous les établissements de santé de la province par un réseau de fibres optiques fiable » a été contraint de verser un peu plus de 4 millions de dollars de pénalités pour ne pas avoir respecté les termes de son contrat (Bélanger, 2015b). Si ces perturbations n'avaient pas eu lieu, la présence de Bell comme sous-traitant serait restée transparente pour les hôpitaux.

Ces deux exemples illustrent un certain manque de connaissances concernant les infrastructures partagées par plusieurs FST ce qui entraîne un flou pour l'évaluation des impacts de la défaillance d'infrastructures de télécommunication. Or, une étude sur ces infrastructures partagées ne peut se faire en silos. Elle nécessite la collaboration de plusieurs organisations entre elles. Dans son rapport réalisé suite à la série d'exercices Simba-Nicky, le CRTU a alors recommandé « que les entreprises propriétaires d'infrastructures communes initient des discussions sur l'identification des sites conjoints et l'identification des impacts et effets domino d'une destruction partielle ou totale de ceux-ci » (CRTU, 2013).

L'objectif de ce partage d'informations concernant les interdépendances entre FST recommandé par le CRTU est double : d'abord, pouvoir identifier, géographiquement, les sites où de l'infrastructure physique est partagée par des FST et identifier quels sont les FST impliqués sur ces sites. Cette identification permettra, dans un second temps, de repérer des endroits plus critiques où les interdépendances sont les plus fortes et où une défaillance peut avoir des conséquences importantes en termes de nombre de réseaux touchés, d'ampleur géographique des zones affectées par des perturbations et aussi en terme de conséquences sur les organisations (RT, autres IE, etc.) et sur la population présentes dans ces zones.

1.1.3 Point à améliorer : clarifier les gains attendus

Comme expliqué précédemment, le CRTU œuvre pour une meilleure gestion des urgences dans le sens où il s'assure de la disponibilité des RT lors de situations d'urgence. De plus, le CRTU a recommandé davantage de partage d'informations entre FST pour identifier leurs points d'interdépendance et mieux cerner les impacts en cas de défaillance de ces points. Cependant,

plus concrètement, les gains attendus ne sont pas explicitement définis en cas de mise en pratique de la recommandation. Cette question des gains reste à éclaircir pour renforcer la demande du CRTU et préciser les travaux à réaliser.

Synthèse

Les réseaux de télécommunication sont une infrastructure essentielle au Canada. Leur défaillance peut ainsi avoir des conséquences importantes tant sur les plans financiers qu'humains. Le besoin d'une maîtrise de ces réseaux est donc primordial pour le bon fonctionnement de la société. Cette maîtrise passe notamment par la connaissance des interdépendances entre les réseaux de télécommunication. Comme recommandé par le Comité régional des télécommunications d'urgence du Québec, l'étude des interdépendances ne peut se faire en silos et nécessite le partage d'informations entre fournisseurs de services de télécommunication. Les gains espérés par un tel partage d'informations restent, néanmoins, à préciser pour renforcer la demande du Comité régional des télécommunications d'urgence du Québec.

1.2 Portrait du secteur des télécommunications

La section précédente fait apparaître deux notions centrales pour comprendre l'étude à savoir la notion de FST (en référence aux différentes organisations qui fournissent des services de télécommunication), et celle d'infrastructures (en référence à l'ensemble des équipements et infrastructures physiques des RT appartenant à des FST). Cette partie vise donc à dresser un portrait du secteur des télécommunications au Canada et plus particulièrement au Québec en ce qui concerne les FST et les différents types d'architecture physique des RT dans le but de mieux comprendre auprès de quels acteurs et à propos de quels types d'infrastructures les discussions vont porter pour identifier les interdépendances entre FST comme recommandé par le CRTU.

1.2.1 Fournisseurs de services de télécommunication

La place des FST dans la chaîne de valeur du secteur ainsi que les différentes catégories de FST sont présentées dans cette partie.

A. PLACE DANS LA CHAÎNE DE VALEUR

La figure 1-1 présente la chaîne de valeur associée au secteur des télécommunications.

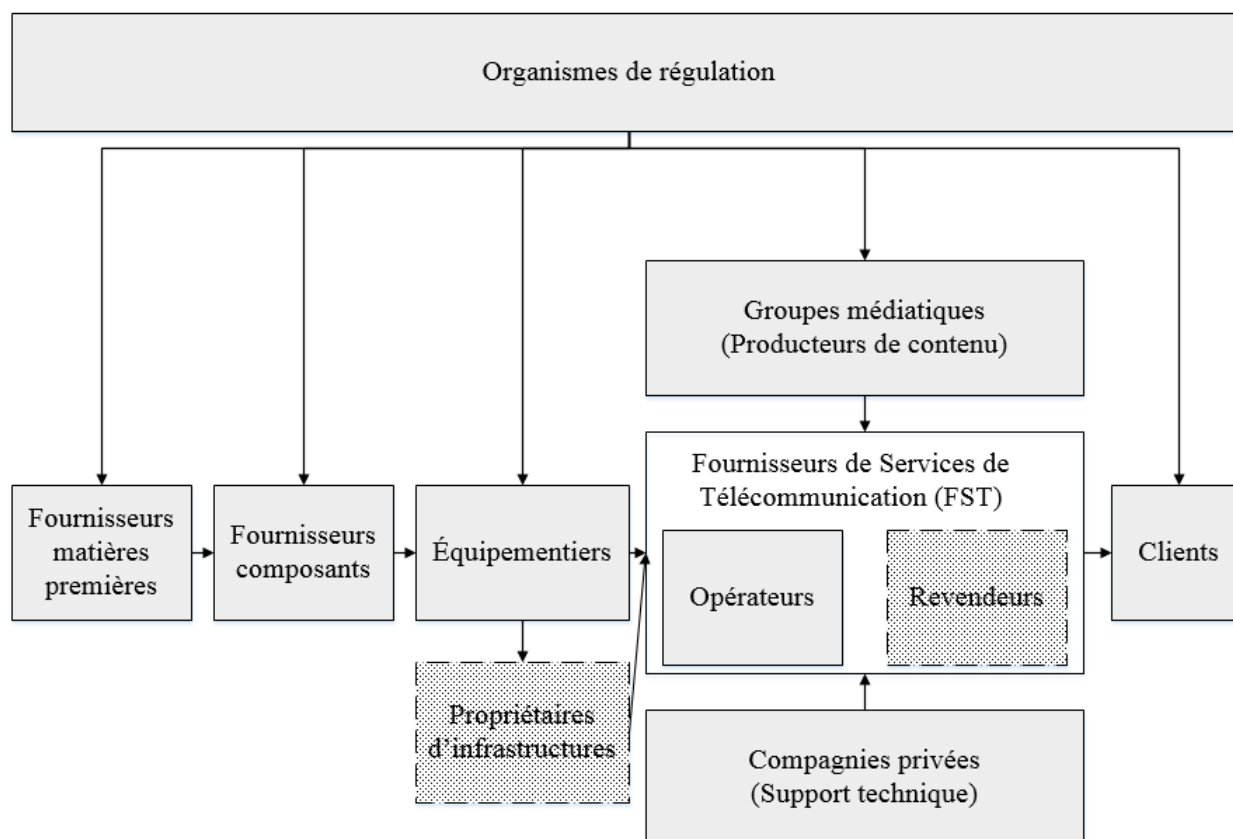


Figure 1-1 : Chaîne de valeur du secteur des télécommunications (source : auteure)

Le secteur des télécommunications est constitué de groupes médiatiques, de FST (opérateurs et revendeurs), d'équipementiers, de propriétaires d'infrastructures, de compagnies privées qui offrent un support technique, de fournisseurs de composants et de fournisseurs de matières premières qui se partagent chacun un segment bien précis du secteur, lequel est régi par des lois et des politiques instaurées par des organismes régulateurs tels que les gouvernements et autres organismes nationaux ou internationaux.

La présence des propriétaires d'infrastructures et des revendeurs dans la chaîne de valeur n'est pas systématique ce qui explique l'utilisation de pointillés pour les représenter graphiquement. Leur rôle est explicité dans la suite de cette section et sert à comprendre pourquoi leur présence n'est pas systématique.

Les fournisseurs de services de télécommunication (opérateurs et revendeurs) sont en aval de la chaîne de valeur du secteur des télécommunications. Ce sont eux qui fournissent les services³ aux clients (entreprises et particuliers) et qui sont en relation directe avec ces derniers.

La convergence numérique et la valeur du contenu c'est-à-dire de l'information véhiculée à travers les réseaux ont conduit les FST à acquérir les producteurs de contenu et à favoriser la création de grands **groupes médiatiques** parfois propriétés des FST eux-mêmes. Le *Rapport de surveillance des communications* du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes⁴ (CRTC) publié en octobre 2014 fait état des huit plus grands groupes médiatiques du Canada que sont : Groupe Bell, Groupe Rogers, Groupe Telus, Groupe Shaw, Groupe Quebecor, Groupe MTS Allstream, Groupe Cogeco et SaskTel (CRTC, 2014a).

En marge des opérateurs, on retrouve aussi des **compagnies privées qui offrent un support technique** (conseils pour le déploiement d'infrastructures et d'équipements, branchement et débranchement de clients, réparation d'équipements, etc.). Ces entreprises sont essentiellement des sous-traitants spécialisés qui travaillent pour les opérateurs. Expertech network installation inc.⁵ en est un exemple.

³ L'industrie des services de télécommunications est divisée en quatre secteurs de marché à savoir (1) les communications vocales filaires, (2) le service Internet, (3) les services de transmission de données et liaisons spécialisées et (4) les services sans-fil (Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes [CRTC], 2013).

⁴ Sur son site, le CRTC explique être un tribunal administratif qui réglemente et surveille la radiodiffusion et les télécommunications dans l'intérêt du public. Le mandat du CRTC lui est confié par le Parlement du Canada. Ses activités couvrent notamment les domaines suivants : licences, réglementation, propriété, tarifs, concurrence et information (CRTC, 2014b).

⁵ Expertech network installation inc. est une entreprise ayant des activités au Québec et en Ontario. C'est un fournisseur de services d'installation de câbles ou d'équipements de transmission par exemple. Cette entreprise est responsable de l'approvisionnement du réseau de Bell Canada (Expertech network installation inc., s.d.).

Les **équipementiers** regroupent les fabricants de produits et accessoires de transmission, d'émission ou de réception d'informations ainsi que les fabricants de fils, câbles et de fibres optiques utilisées pour communiquer (Direction des industries des technologies de l'information et des communications, 2002). Ils viennent en amont des FST qui sont leurs principaux clients. Sony-Ericsson ou Nokia-Siemens networks sont quelques exemples d'équipementiers (Juhan, 2010).

Les **propriétaires d'infrastructures de télécommunication** ne font que louer leurs infrastructures aux FST dotés d'installations. Ils n'offrent pas de services à des clients à la fin de la chaîne de valeur, mais plutôt aux FST eux-mêmes. On les retrouve surtout dans les secteurs moins bien (ou pas du tout) desservis par les FST. Pour offrir leurs services aux populations concernées, ces derniers louent donc de la capacité aux propriétaires de ces infrastructures ce qui évite d'avoir à déployer de l'infrastructure supplémentaire à grand coût pour une population souvent restreinte (retour sur investissement souvent marginal). On peut distinguer les catégories suivantes de propriétaires d'infrastructures :

1. des Organismes sans but lucratif (OSBL) comme Réseau de communications Eeyou⁶ (RCE) ou le Réseau intégré de communications électroniques des Îles-de-la-Madeleine⁷ (RICEIM) qui font affaire avec Télébec (Communication environmental and fisheries consultants limited, 2004 ; Réseau de communications Eeyou, 2014) ;

⁶ RCE est l'acronyme pour Réseau de communications Eeyou : un OSBL. Créé en 2000, RCE est une initiative de l'Administration régionale crie et de Développement économique Canada dont l'objectif était de brancher par Internet tous les bureaux de la région. Les travaux, entamés en 2009 et achevés en 2011, ont permis le déploiement d'un réseau régional à large bande sur fibres optiques qui dessert les communautés crie du Eeyou Istchee et les municipalités de la Baie James (Réseau de communications Eeyou, 2014).

⁷ Le Réseau intégré de communications électroniques des Îles-de-la-Madeleine (RICEIM) est un Organisme sans but lucratif (OSBL) et promoteur du projet COGIM (Câbles optiques Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine). Le projet COGIM, achevé en 2004, est un projet proposé en remplacement à une ancienne technologie par liaisons micro-ondes entre les Îles et Cap Breton. Le projet COGIM a consisté à l'enfouissement, sous le lit du fleuve Saint-Laurent, de deux câbles optiques (l'un de 221 km et l'autre de 225 km) en redondance entre la Gaspésie (Anse-à-Beaufils) et les Îles de la Madeleine (Anse-à-Bourgot) afin d'assurer l'approvisionnement en service de télécommunications modernes aux habitants des Îles) (Communication environmental and fisheries consultants limited, 2004).

2. des entreprises privées qui offrent des services de télécommunication dédiés par fibres optiques à des organisations qui souhaitent relier leurs différents équipements et infrastructures. Une organisation qui aurait plusieurs bâtiments délocalisés pourrait décider de se construire un réseau de fibres optiques pour relier ses différents bureaux et répondre à ses besoins internes. On appelle généralement « fibre noire » ou « fibre morte » la fibre optique ainsi déployée, puisque celle-ci n'est pas éclairée en continu, mais l'est plutôt en fonction des besoins du client. L'entreprise Openface Internet⁸ est un exemple.
3. des organisations qui se spécialisent uniquement dans la construction de tours cellulaires (pylônes) comme Technicom Nord-Ouest⁹ ;
4. des organisations qui offrent la possibilité pour différents FST de s'interconnecter les uns aux autres dans des salles dites d'interconnexion (*colocation centers*) comme celles de Cologix¹⁰ à Montréal ;
5. des organisations qui possèdent un réseau de télécommunication pour leurs propres opérations et qui offre de la capacité à certains clients. Par exemple, le Port de Montréal qui fournit de la capacité aux entreprises d'importation et d'exportation qui s'installent dans le Port, mais qui est aussi interconnecté avec le réseau public.

Les **fournisseurs de composants**, quant à eux, sont ceux qui produisent les composantes électroniques nécessaires aux équipementiers. Ils s'alimentent auprès de **fournisseurs de matières premières** telles que le verre, le silicium, etc. Les fournisseurs de composants sont

⁸ Openface Internet offre ses services à Montréal depuis 1996. Cette entreprise fournit à ses clients de la fibre optique que ce soit pour construire un réseau privé d'entreprise pour l'échange de données entre employés ou pour une connexion Internet par fibre optique par exemple (Openface Internet, 2013).

⁹ Technicom Nord-Ouest est spécialisée dans la construction, le renforcement, le démantèlement de pylônes de réseaux cellulaires. L'entreprise a, par exemple, participé au développement du réseau cellulaire en Abitibi - Témiscamingue, au nord du Québec (Technicom Nord-Ouest, 2015).

¹⁰ Cologix est une entreprise basée à Denver au Colorado et est opérationnelle depuis 2010 pour offrir à ses clients des services d'interconnexion entre réseaux. À Montréal, la salle d'interconnexion de Cologix regroupe plus de 70 FST (Cologix, 2015).

généralement des sous-traitants généraux qui ne sont pas strictement reliés au domaine des télécommunications, mais à tous les domaines qui touchent aux composantes électroniques. Flextronics¹¹ en est un exemple.

Finalement, les **gouvernements et autres entités de régulation** font également partie du secteur des télécommunications. Ils forment un ensemble englobant la totalité de la chaîne de valeur du secteur puisque ce sont eux qui, en quelque sorte, régissent et guident l'évolution du secteur. Industrie Canada, le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC) et l'Union internationale des télécommunications¹² en sont des exemples. À l'échelle de la Ville de Montréal, la Commission des services électriques de Montréal (CSEM) a le mandat depuis plus de cent ans de planifier, concevoir et mettre en œuvre les infrastructures souterraines pour l'enfouissement des fils assurant la distribution des services électriques et de télécommunication (CSEM, s.d.). Tous les projets qui ont un impact sur les réseaux câblés aériens ou souterrains doivent être déclarés à la CSEM. Cette procédure a un impact sur les FST qui sont contraints de se soumettre à ces règles lors du déploiement de leurs réseaux.

B. CATÉGORIES DE FST

Comme aux États-Unis ou dans d'autres pays européens comme la France ou l'Allemagne, le secteur canadien des télécommunications a longtemps été caractérisé par une structure monopolistique privilégiant la présence d'un seul grand FST (Schiller, 2003 ; CRTC, 2005). Au Canada, ce monopole appartenait largement à Bell Canada (CRTC, 2005). Toutefois, avec l'arrivée de l'Internet et de nouvelles technologies basées sur la numérisation des signaux, cette structure monopolistique atteignait ses limites et ne cadrait plus avec les réalités du marché. Ainsi à partir des années 1970 s'initia à travers le monde une déréglementation du secteur des télécommunications qui s'échelonna sur une vingtaine d'années (CRTC, 2005 ; Wilson, 1995). Cette déréglementation a fait en sorte qu'en 2013, le secteur des télécommunications au Canada

¹¹ Flextronics est une entreprise singapourienne ayant des locaux au Canada. Elle est spécialisée dans la sous-traitance d'équipements électroniques (Flextronics, 2015).

¹² L'Union internationale des télécommunications est l'institution spécialisée des Nations Unies pour les Technologies de l'information et des communications (TIC). Cette institution attribue des fréquences radioélectriques et des orbites de satellite dans le monde entier. Elle élabore aussi des normes pour l'interconnexion harmonieuse des réseaux (Union internationale des télécommunications, 2015).

comptait plus de 800 FST en 2013 d'après le CRTC (CRTC, 2014a). Ces nombreux FST sont regroupés, selon la réglementation canadienne en différentes catégories (CRTC, 2013). La figure 1-2 présente ces catégories.

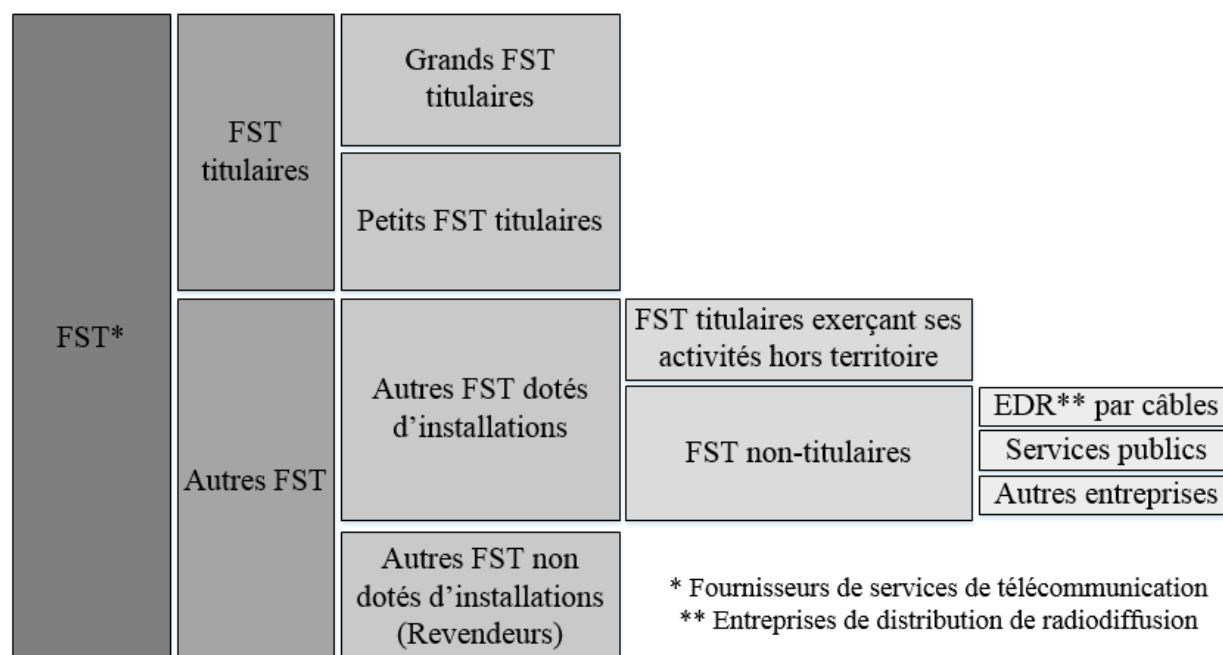


Figure 1-2 : Catégories de fournisseurs de services de télécommunication (source : auteure)

La description qui suit pour décrire chacune des catégories de FST est tirée en grande partie du *Rapport de surveillance des communications* réalisé par le CRTC en 2013 et qui fournit un excellent portrait du secteur des communications au Canada.

Les deux grandes catégories de FST sont :

1. les FST titulaires ;
2. les autres FST.

La première catégorie, celle des FST titulaires, comprend les entreprises qui fournissaient des services de télécommunication sur une base monopolistique avant la libéralisation du secteur et l'introduction de la concurrence. Dans la littérature, ces entreprises sont aussi nommées « Opérateurs historiques » ou « Entreprises de services locaux titulaires (ESLT) ». Les FST titulaires se subdivisent en deux sous-groupes : les grands FST titulaires et les petits FST titulaires.

Les grands FST titulaires sont les fournisseurs de services qui desservent des régions relativement vastes, comprenant en général tant des populations rurales qu'urbaines, et qui fournissent aussi bien des services de communication vocale filaire, l'Internet, des services de transmission de données, des liaisons spécialisées que des services sans-fil. Les trois grands FST titulaires au Québec sont Bell Canada, Telus pour la ville de Québec et la région de Gaspé et Télébec, filiale de Bell Alliant pour les régions éloignées du Québec.

Les petits FST titulaires sont ceux qui desservent des superficies relativement petites (surtout des municipalités situées habituellement dans des régions peu peuplées). En raison de la taille restreinte des régions desservies, ces entreprises n'offrent pas en général des services téléphoniques interurbains à l'aide d'installations. Toutefois, elles offrent des services téléphoniques filaires, l'Internet, des services de transmission de données, des liaisons spécialisées et aussi des liaisons sans fil. Sogetel Inc. (Québec) et Lansdowne Rural Telephone Company Ltd. (Ontario) en sont des exemples.

La deuxième catégorie, celle des autres FST, comprend les entreprises qui ne possédaient pas un monopole avant la libéralisation des marchés tels que Rogers ou Vidéotron, etc. ou encore des **FST titulaires qui exercent leurs activités à l'extérieur de leur territoire** comme Telus dans d'autres régions du Québec où il n'est pas FST titulaire (ex.: région de Pontiac). Dans la littérature, ces entreprises sont aussi nommées « Opérateurs alternatifs » ou « Entreprises de services locaux concurrentes (ESLC) ». On classe les autres FST en deux catégories également :

1. les autres FST dotés d'installations ;
2. les autres FST non dotés d'installations.

Les autres FST dotés d'installations sont ceux qui possèdent et exploitent des réseaux de télécommunication. Ce groupe se subdivise en FST titulaires dotés d'installations exerçant ses activités hors territoire (Telus pour le Québec) et les FST non titulaires dotés d'installations. Les FST non titulaires dotés d'installations se subdivisent à leur tour en trois sous-catégories :

1. Les **Entreprises de distribution de radiodiffusion (EDR) par câble** qui sont les anciennes entreprises de câblodistribution monopolistiques qui fournissent également des services de télécommunication. Bragg, Cogeco, Rogers, Shaw et Vidéotron en sont des exemples pour le Québec.

2. Les **compagnies de télécommunication de services publics** qui sont les FST dont l'entrée dans le marché des services de télécommunication a suivi les activités de l'entreprise ou de l'une des entreprises membre du groupe dans le secteur des services publics comme l'électricité, le gaz ou autres. Le Port de Montréal est un exemple dans cette catégorie de FST.
3. Les **autres entreprises** qui possèdent leurs propres installations de transmission (par exemple, des installations de transmission interurbaines, urbaines ou locales). Ces FST comprennent des entreprises telles que Xplornet¹³.

Les autres FST non dotés d'installations ne possèdent pas d'infrastructures de télécommunication et n'exploitent aucun réseau de télécommunication. Ils sont généralement appelés des revendeurs, car ils achètent les services de télécommunication d'autres FST pour les revendre ou pour créer leur propre réseau qui leur permettra de desservir leurs clients. Les revendeurs sont donc des entreprises qui louent de la capacité à gros volume des opérateurs pour offrir des services à des clients potentiels. Les revendeurs constituent le groupe le plus important des FST au Canada puisqu'ils comptent pour 68 % des FST (CRTC, 2014a). Koodo ou Distributel en sont des exemples pour le Québec.

1.2.2 Types de réseaux

Il existe cinq grandes catégories de réseaux de télécommunication selon la nature des équipements qui les composent et leur logique de fonctionnement :

1. réseau de téléphonie filaire – Réseau téléphonique public commuté (RTPC) ou *Public switched telephone network* (PSTN) en anglais (réseau ayant tendance à migrer vers *le Fiber to the home* [FTTH])
2. réseau cellulaire (mobile) – *Public land mobile network* (PLMN) ;
3. réseau de câblodistribution de type Hybride fibre coaxial (HFC)) ;
4. réseau Internet ;
5. réseau satellitaire.

¹³ Xplornet propose des services Internet haute vitesse sans fil ou par satellite au Canada et notamment au Québec. Elle se spécialise dans la desserte de zones rurales grâce à ses services satellitaires (Xplornet, 2015).

Les sections qui suivent décrivent succinctement le fonctionnement de chacun de ces différents réseaux ainsi que les infrastructures les composent.

A. RÉSEAU DE TÉLÉPHONIE FILAIRE

Le Réseau téléphonique public commuté (RTPC) ou *Public switched telephone network* (PSTN) en anglais est le système téléphonique le plus ancien. La figure 1-3 présente ce réseau.

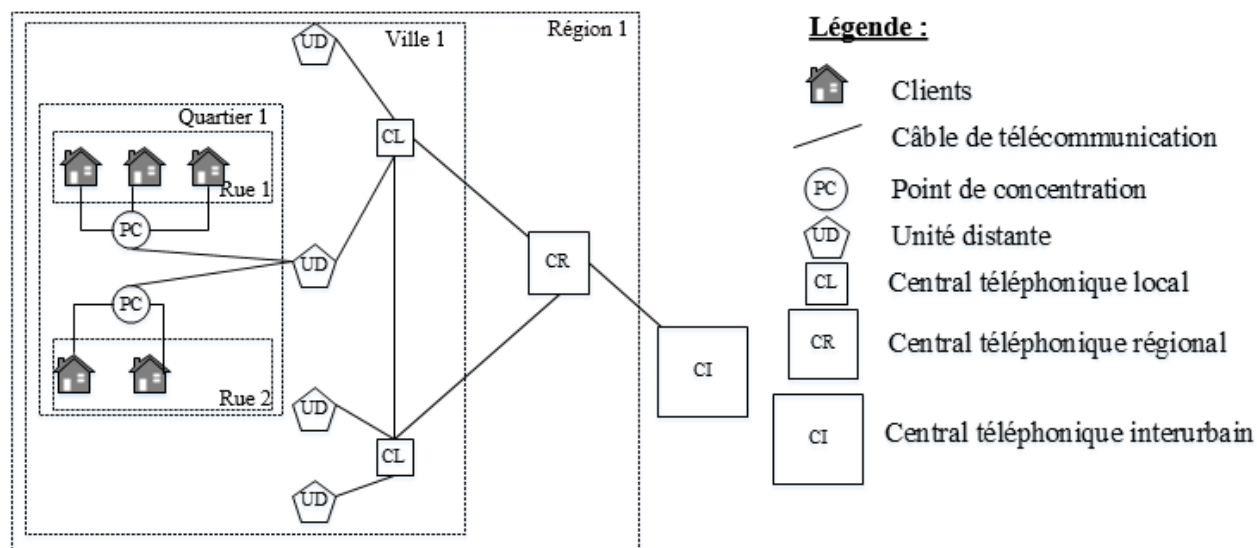


Figure 1-3 : Réseau de téléphonie filaire - *Public switched telephone network* (source : auteure)

Ce type de réseau est fondé sur une organisation hiérarchique multiniveau (Tanenbaum et Wetherall, 2011) qui permet de lier les différents utilisateurs entre eux. Chaque téléphone de l'abonné est relié à un boîtier appelé point de concentration puis à une unité distante aussi appelée sous-répartiteur qui peut permettre de regrouper jusqu'à environ 600 clients, et enfin les unités distantes sont reliées à des centraux téléphoniques locaux dans lesquels on retrouve des commutateurs¹⁴ (Iannone, 2011). Lorsqu'un abonné relié au central téléphonique local appelle un

¹⁴Les commutateurs sont des équipements qui permettent d'aiguiller les signaux d'un usager (émetteur) vers un autre usager (récepteur) (« Commutateur réseau », s.d.). Avant l'invention des commutateurs, le rôle d'aiguillage était assumé par des opératrices. Lorsqu'un usager voulait communiquer avec un autre usager, il mentionnait le nom de la personne à l'opératrice qui reliait alors physiquement les deux usagers par un câble *jack* téléphonique 1,4 po (ou 6,35 mm). Dans le RTPC, c'est le commutateur qui joue ce rôle en établissant le lien entre les deux usagers en fonction du numéro de téléphone composé par l'émetteur.

autre abonné relié au même central local, le commutateur établit une liaison entre les deux interlocuteurs, tandis que si l'appel est destiné à un interlocuteur connecté à un central téléphonique différent, une procédure différente prend place, dépendante des niveaux de commutation¹⁵ à franchir (Tanenbaum et Wetherall, 2011). À l'origine, l'ensemble des fils du réseau RTPC était en cuivre (paire torsadée), et on utilisait également le câble coaxial pour relier entre eux les grands centraux téléphoniques en raison de la plus grande capacité de transmission qu'il possède et des plus grandes distances qu'il permet de franchir sans répéteur de signal (Tanenbaum et Wetherall, 2011). Puis, la fibre optique a été peu à peu adoptée pour relier les centraux téléphoniques entre eux (Tanenbaum et Wetherall, 2011), car elle possède de nombreux

¹⁵Il existe principalement deux techniques différentes de commutation : la commutation de circuits et la commutation de paquets. La commutation de circuits consiste à établir un lien de communication entre un émetteur et un récepteur qui demeure verrouillé tout au long de la communication puis libéré à la fin de celle-ci (Réseau Alliance-Com, 2012a). L'établissement d'un appel téléphonique au moyen d'un téléphone fixe traditionnel est un bon exemple de ce mode de commutation. L'avantage de ce mode de commutation est qu'il garantit un transfert de données à un taux constant. Par contre, il présente un inconvénient majeur : le lien demeure réservé (réservation de bande passante) même lors de moment de « silence » au cours duquel le lien n'est pas utilisé ce qui n'est pas optimal. La commutation par paquets est l'autre principal mode de commutation. L'Internet utilise ce mode de commutation. Elle consiste à diviser une communication en paquets de données qui seront envoyés sur le réseau (Réseau Alliance-Com, 2012b). Il existe deux principaux modes de commutation par paquets : le mode « datagramme » et le mode « circuit virtuel » (Iannone, 2011). Iannone (2011) explique dans son livre que dans le mode « datagramme », chaque paquet peut emprunter un trajet différent pour arriver à son destinataire et chaque communication peut emprunter un canal déjà utilisé pour une autre communication. Cela confère un avantage quant à l'utilisation optimale du canal de transmission, mais, puisqu'aucun circuit de communication n'est réservé pour la durée de la communication, lorsqu'une information arrive à un nœud de commutation, elle est traitée selon son ordre d'arrivée dans la file. Ce genre de communication est alors assujettie à un temps d'attente qui est relatif au nombre de paquet envoyé simultanément sur le réseau (problématique de congestion de réseau). De plus, les paquets n'arrivent pas tous nécessairement dans le bon ordre au destinataire ce qui implique un temps de traitement de l'information additionnel afin de remettre le message dans le bon ordre. Le téléchargement d'une page web est un bon exemple de commutation par paquet en mode « datagramme ». Dans le mode « circuit virtuel », le trajet qu'empruntera la communication (le message) est calculé à l'avance de sorte que tous les paquets emprunteront le même chemin et arriveront donc à destination dans le bon ordre. L'établissement d'un circuit virtuel entre l'émetteur et le récepteur permet de s'assurer que la communication arrive dans le bon ordre et assure ainsi une cohérence de la communication. Les nouveaux services de téléphonie sur *Internet Protocol* (IP), certaines applications de vidéoconférence et de lecture audio et vidéo en streaming utilisent ce mode de commutation par paquets.

avantages par rapport au cuivre : débits de transmission beaucoup plus élevés, faible poids, bonne résistance aux écarts de température, etc. (Dromart et Seret, 2010). Ainsi, de plus en plus, le réseau RTPC cède sa place au réseau *Fiber to the home* (FTTH).

La figure 1-4 présente l'architecture typique d'un réseau FTTH.

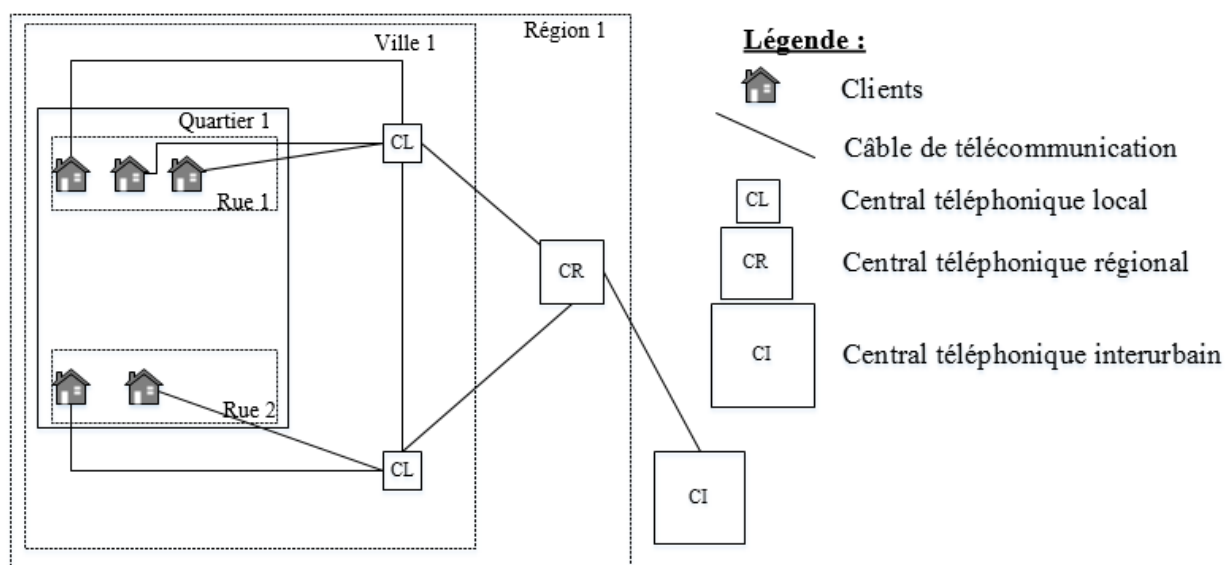


Figure 1-4 : Réseau de téléphonie filaire - *Fiber to the home* (source : auteure)

Le fonctionnement d'un réseau FTTH est similaire à celui d'un réseau RTPC, à l'exception que le signal est en fait formé à partir d'une série d'impulsions lumineuses plutôt que d'une onde électrique. Des équipements supplémentaires sont donc nécessaires pour convertir les signaux électriques en signaux lumineux et vice-versa. Par contre, l'utilisateur est directement relié au central téléphonique local ce qui implique moins d'équipements intermédiaires déployés sur le territoire (répéteurs, amplificateurs, unités distantes, etc.). Aujourd'hui, même les fils de cuivre de la boucle locale, c'est-à-dire ceux qui séparent l'utilisateur du premier central téléphonique, tendent à être remplacés par la fibre optique (Tanenbaum et Wetherall, 2011). C'est la différence entre le RTPC et les réseaux entièrement câblés en fibres optiques de type FTTH. Dans ce genre de réseau, les points de concentration et les unités distantes sont alors inutiles grâce aux plus grandes distances que peut parcourir un signal sur une fibre optique. Les vitesses de transmission sont également largement supérieures sur fibre optique que sur câble coaxial ou sur paires de cuivres torsadées ce qui permet de rejoindre l'utilisateur avec un débit de transmission de données

beaucoup plus élevé et ainsi lui offrir une plus grande qualité de signal, une plus grande vitesse et des services beaucoup plus évolués qui exigent de forts débits de transmission de données.

Cependant, la construction de réseaux entièrement câblés en fibres optiques entraîne une dépendance supplémentaire du réseau de téléphonie vis-à-vis du réseau électrique. En effet, tant que la boucle locale était cuivrée, une interruption de courant électrique chez le client était compensée par le central téléphonique et n'empêchait donc pas une communication téléphonique d'être établie. L'électricité fournie par le central téléphonique ou par l'unité distante (selon la distance à parcourir) suffisait à permettre un appel. Au contraire, dans le cas d'un réseau entièrement en fibres optiques, il n'y a aucune fourniture d'électricité au client par le central téléphonique. Ainsi, le client doit posséder une batterie à son domicile afin d'alimenter ses appareils de communication téléphonique pendant un certain temps. Ainsi, en cas de panne de courant électrique chez l'utilisateur, une communication téléphonique n'est possible que pendant la durée d'autonomie de la batterie (qui est d'environ 4 à 8 h selon la batterie et l'utilisation).

B. RÉSEAU CELLULAIRE (MOBILE)

Même si le système téléphonique traditionnel reposera un jour sur un réseau de fibres optiques de bout en bout d'une capacité de plusieurs gigabits par seconde, il ne permettra toujours pas de satisfaire une catégorie croissante d'utilisateurs, à savoir les personnes à forte mobilité¹⁶.

La figure 1-5 présente l'architecture typique d'un réseau mobile.

¹⁶Au Canada, selon un rapport du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC), le marché des services sans-fil était le secteur dont les revenus représentaient la plus grande part (46 %) de l'ensemble des revenus des services de télécommunication (CRTC, 2013).

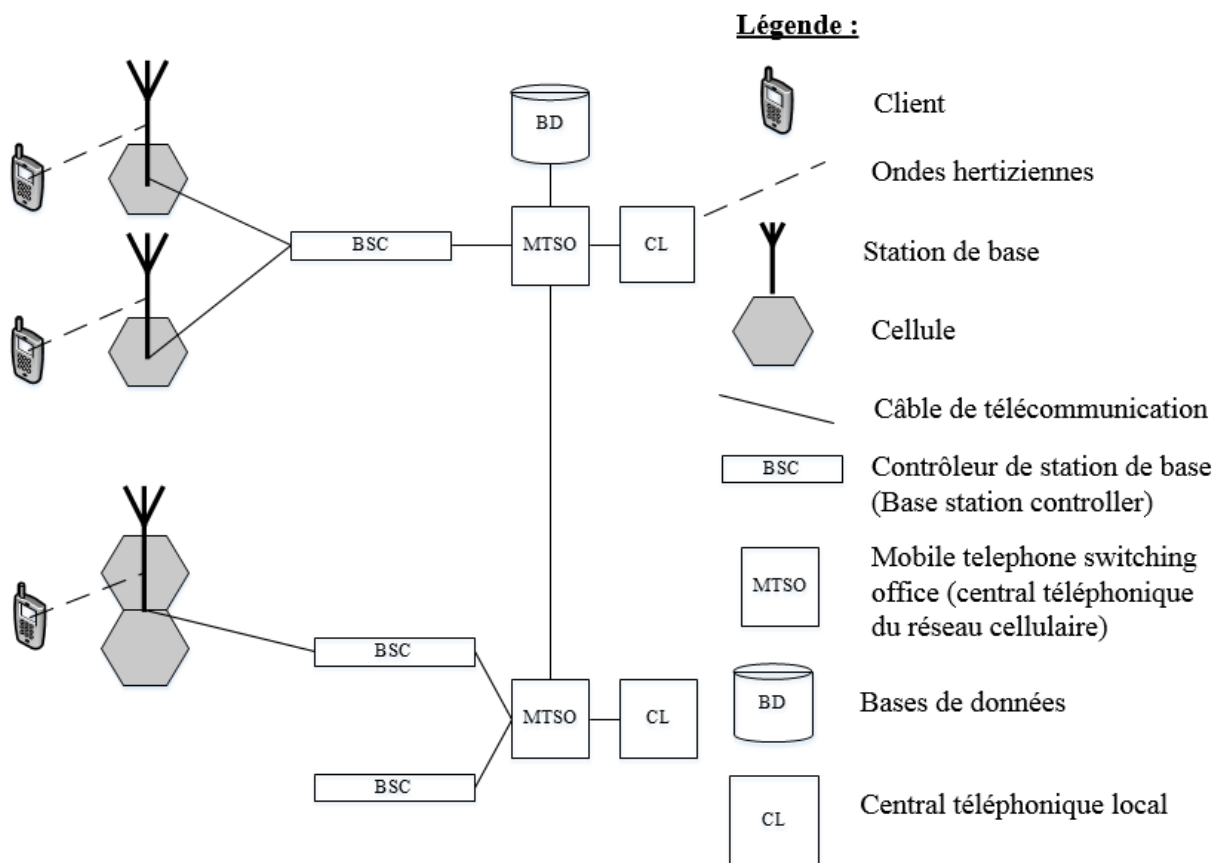


Figure 1-5 : Réseau cellulaire (mobile) - *Public land mobile network* (source : auteure)

Comme expliqué dans l'ouvrage de Tanenbaum et Wetherall (2011), tous les systèmes de téléphonie mobile ont pour principe de base le découpage d'une zone géographique en cellules. Au centre de chaque cellule (ou de plusieurs cellules) se trouve une station de base en direction de laquelle émettent tous les téléphones présents dans la cellule. Un contrôleur de stations de base contrôle les ressources radio des cellules, c'est-à-dire l'allocation des canaux de fréquences¹⁷

¹⁷La gestion du spectre de fréquences et l'allocation des canaux de fréquences entre les usagers sont le principal défi en téléphonie mobile (Tanenbaum et Wetherall, 2011). Les premiers réseaux de téléphonie mobiles étaient analogiques et reposaient essentiellement sur le même fonctionnement que la radio conventionnelle : on attribuait à chaque usager dans une cellule une fréquence porteuse à laquelle le signal était modulé. Une bande de fréquence ne pouvait être utilisée que pour une seule communication à la fois faisant en sorte que chaque cellule ne pouvait donc supporter qu'un nombre très restreint de communications simultanément ce qui donnait rapidement lieu à un phénomène de saturation du réseau. De nos jours, malgré l'évolution des normes (*Global system for mobile communications* (GSM), *Universal mobile telecommunications system* (UMTS), *Long term evolution* (LTE)), l'utilisation de techniques de multiplexage de plus en plus complexes et la libération de nouvelles gammes de

selon les différents opérateurs et gère les transferts intercellulaires. Le contrôleur de station est relié à un centre de commutation de mobiles ou *Mobile telephone switching office* (MTSO). Ce dernier est rattaché à au moins un central téléphonique local afin de permettre l'interconnexion avec le RTPC. En effet, dans les deux cas suivants, le signal vocal doit passer par le réseau de téléphonie filaire :

1. les communications entre deux utilisateurs ayant tous deux des téléphones cellulaires, mais faisant affaire avec des opérateurs téléphoniques différents ;
2. les communications entre un utilisateur ayant un téléphone cellulaire et un utilisateur ayant un téléphone fixe.

Le MTSO est le centre nerveux du système. Les stations de base ne sont que de simples relais radio passifs. Pour pouvoir aiguiller les appels, le MTSO doit savoir à tout moment où il peut trouver les mobiles. Pour ce faire, des bases de données sont reliées au MTSO. Ces bases de données sont tenues à jour en permanence. Au fur et à mesure qu'un usager se déplace (change de cellule), le téléphone envoie un signal pour signifier sa présence à l'intérieur de la nouvelle cellule. La prise en charge du signal d'un usager par une station de base se fait en fonction de la puissance du signal reçue. Lorsqu'un utilisateur se déplace d'une cellule à une autre (s'éloigne d'une antenne pour se rapprocher d'une autre antenne), le téléphone mobile de l'utilisateur perçoit un affaiblissement du signal et tente de trouver une station de base plus proche capable d'assurer la communication. Une fois la station de base trouvée, un transfert automatique s'effectue pour que la nouvelle station de base prenne en charge la communication. Ce transfert d'une station de base à une autre s'appelle « transfert intercellulaire » (ou *handover*) et est fondamental pour le fonctionnement du réseau mobile. Il se fait dans la plupart des cas de manière transparente pour l'utilisateur. Si le transfert se fait vers un réseau d'un autre opérateur, alors le transfert intercellulaire est accompagné d'une itinérance (*roaming*) qui peut être transparente ou non pour l'utilisateur selon que des ententes préalables d'itinérance entre les deux opérateurs concernés existent ou non.

fréquences qui permettent de répondre à une demande de plus en plus croissante en termes de débit d'information et de nombre d'utilisateurs, le phénomène de saturation du réseau est nettement moindre, mais encore réel surtout dans les situations de crises ou en période de pointe (1er janvier à minuit) lorsque plusieurs usagers tentent simultanément d'établir une communication.

C. RÉSEAU DE CÂBLODISTRIBUTION

Les réseaux de câblodistribution utilisent des câbles coaxiaux pour acheminer les signaux jusqu'aux abonnés. Contrairement aux câbles téléphoniques usuels, les câbles coaxiaux sont composés de plusieurs couches (conducteur, gaine isolante, blindage de cuivre torsadé, gaine extérieure) qui protègent le signal contre le bruit ambiant (signaux perturbateurs) (Dromard et Seret, 2010). Cela permet de faire voyager des signaux à haute fréquence, sur une plus grande distance que la paire torsadée tout en conservant un signal de haute qualité en sortie. La figure 1-6 présente l'architecture typique d'un réseau de câblodistribution.

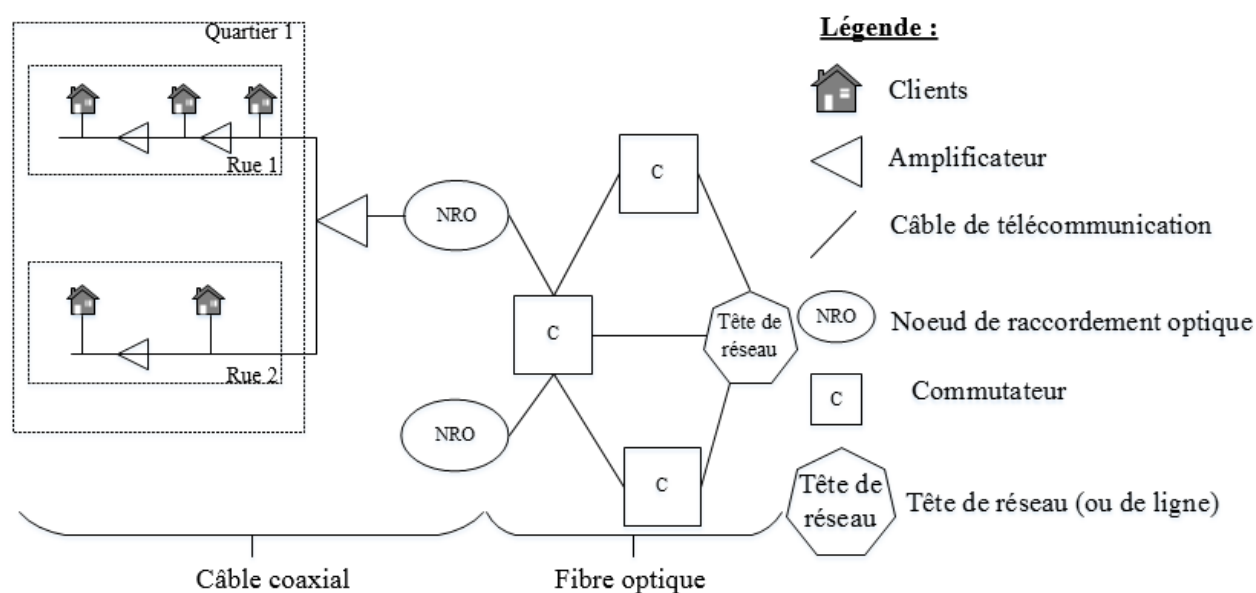


Figure 1-6 : Réseau de câblodistribution (adaptée de Tanenbaum et Wetherall, 2011)

Dans un réseau de câblodistribution, les signaux proviennent d'une tête de réseau qui peut être soit une antenne déployée pour capter les signaux télévisés aériens, soit un branchement par fibre optique directement chez le producteur de contenu. Pour assurer une puissance de signal suffisante une fois chez l'utilisateur, des amplificateurs de signaux sont utilisés pour augmenter la puissance des signaux tout au long du trajet. Comme pour le réseau téléphonique, pour assurer la transmission du signal sur une plus longue distance sans avoir recours à des amplificateurs de puissance et pour fournir une plus grande vitesse et une bande passante supérieure aux clients, la tendance actuelle consiste à recourir à la fibre optique. Ce genre de réseaux sont appelés réseaux Hybride fibre coaxial (HFC). Pour permettre cette transition des réseaux de câblodistribution vers des réseaux de type HFC, des nœuds de raccordement optiques sont utilisés pour convertir les

signaux optiques en signaux électriques et des commutateurs sont utilisés pour aiguiller les signaux.

D. RÉSEAU INTERNET

Le réseau Internet est le résultat de l'interconnexion planétaire de l'ensemble des réseaux informatiques. La figure 1-7 présente l'architecture typique du réseau Internet.

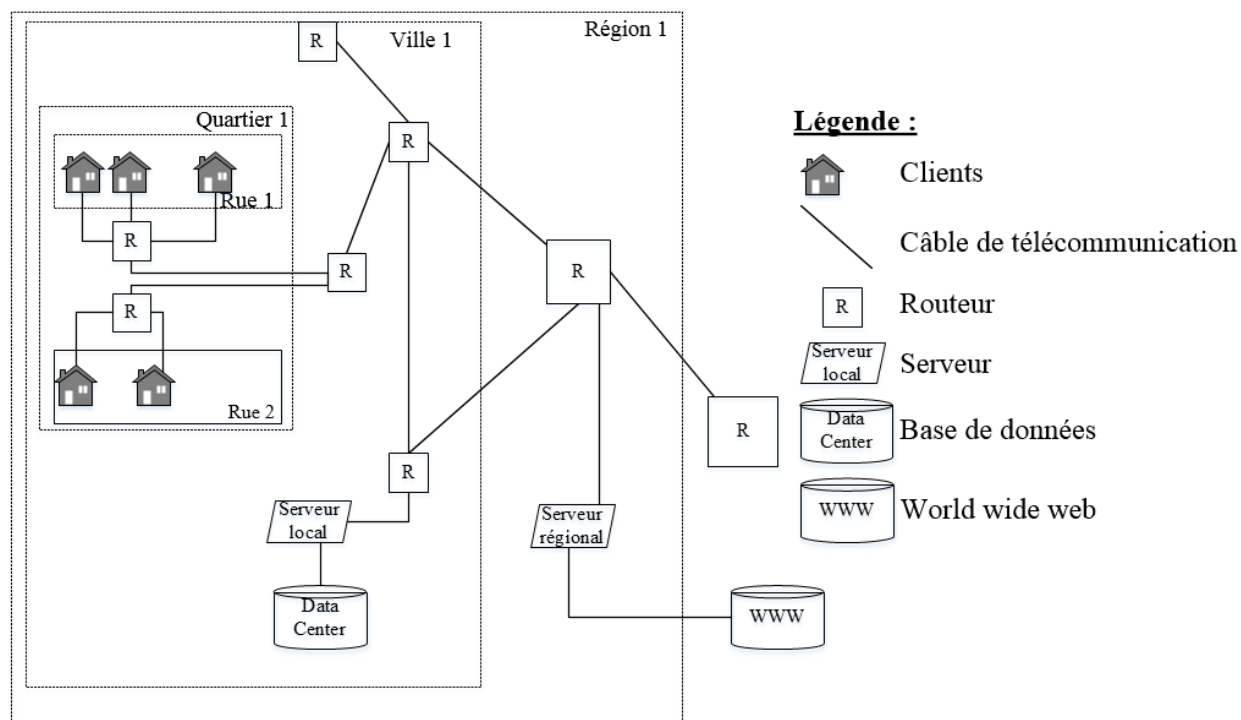


Figure 1-7 : Réseau Internet (source : auteure)

Comme pour les réseaux téléphoniques ou pour les réseaux de télévision par câbles, on retrouve des terminaux à savoir des ordinateurs par exemple, des liaisons filaires et des routeurs qui vont aiguiller les informations dans le réseau. L'une des particularités de l'Internet est que les échanges d'informations entre les différents composants du réseau se font par paquets (commutation par paquets). Ce sont des requêtes échangées entre les différents terminaux du réseau qui permettent les échanges d'informations qui se font alors selon un modèle de communications entre ordinateurs.

D'après Tanenbaum et Wetherall (2011), il existe deux modèles de communications entre ordinateurs de première importance : les modèles de référence OSI (*Open systems interconnection*) et TCP/IP (*Transmission control protocol/Internet protocol*). Le modèle TCP/IP

est composé de quatre couches (Application, Transport, Internet, Hôte réseau) et le modèle OSI est composé de sept couches (Application, Présentation, Session, Transport, Réseau, Liaison de données, Physique). Bien que le modèle OSI soit plus complet et « cohérent », le modèle TCP/IP est le plus répandu. Les couches des deux modèles sont présentées sur la figure 1-8.

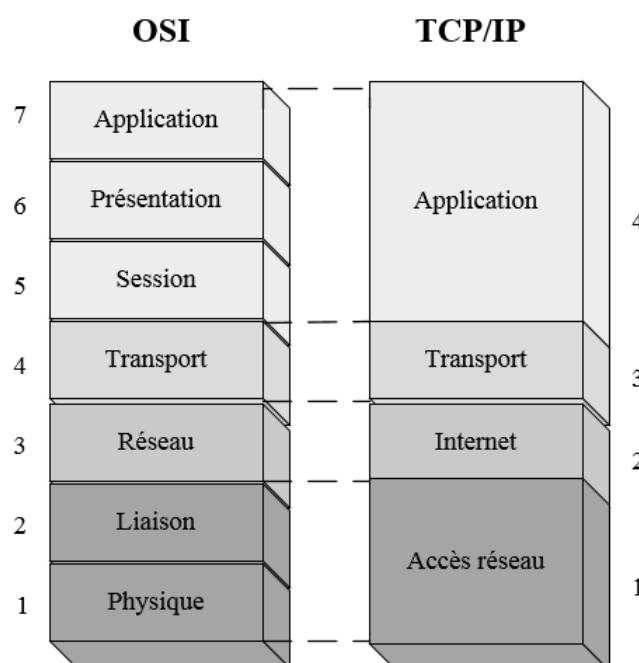


Figure 1-8 : Modèles de communication entre ordinateurs (adaptée de Tanenbaum et Wetherall, 2011)

Toujours selon Tanenbaum et Wetherall (2011), la suite de protocoles IP incluse dans la couche « Internet » du modèle TCP/IP concerne la couche « Réseau » du modèle OSI et c'est cette couche qui gère l'envoi des paquets sur le réseau. Une fois les paquets envoyés, ceux-ci peuvent utiliser un trajet différent (selon l'achalandage sur le réseau, les nœuds disponibles, etc.) pour se rendre à leur destinataire. C'est un algorithme de routage¹⁸ qui détermine alors le(s) chemin(s) qu'emprunteront les paquets pour se rendre à destination. Pour cela, chaque paquet de données contient un en-tête IP qui contient l'adresse de destination du paquet ce qui implique que chaque

¹⁸Le routage est le mécanisme qui permet l'échange d'information entre deux appareils reliés à un réseau. Si une analogie devait être faite entre le réseau PSTN et le réseau Internet, alors le routeur dans un circuit de commutation par paquets est en quelque sorte l'équivalent du commutateur dans un circuit de commutation par circuits.

équipement relié à l'Internet doit posséder une adresse IP qui indique où il est situé dans le réseau. L'adresse IP change selon l'endroit où un appareil se branche à l'Internet et ne doit pas être confondue avec l'adresse MAC (*Media access control*) de l'appareil, également appelée adresse physique, qui est unique à chaque équipement.

Il est important de comprendre que l'architecture Internet est similaire à l'architecture PSTN, FTTH ou HFC et que, de plus en plus, ce sont essentiellement par les mêmes infrastructures que sont transités à la fois les signaux téléphoniques (voix), les signaux de télévision (images et sons) et les signaux Internet (données, voix, sons, images). Cela est rendu possible grâce à la numérisation¹⁹ des signaux (convergence numérique) et à leur multiplexage²⁰ qui permet de les faire voyager dans le même véhicule (câble), du mode de commutation utilisé pour transmettre ces signaux (équipements par lesquels transitent les signaux) et, finalement, au niveau du démultiplexage (reconstruction du signal initial) qui permet de les renvoyer aux bons composants (téléphone, télévision, ordinateur, mobile, etc.). Ainsi, de plus en plus, les appareils modernes de télécommunication fonctionnent selon la logique de l'Internet. Les appareils de téléphonie fixes, les mobiles (téléphones intelligents, tablettes, etc.) et les téléviseurs sont maintenant reliés d'une manière ou d'une autre à l'Internet et possède également une adresse MAC et IP si bien que dans un avenir rapproché tous les appareils fonctionneront via le réseau Internet selon les protocoles TCP/IP.

¹⁹La numérisation des signaux est un traitement qui permet de traduire un signal analogique en un signal numérique formé d'une suite de plusieurs symboles binaires (0 et 1), communément appelés des bits. La numérisation d'un signal analogique en un signal numérique doit suivre certaines règles bien établies pour permettre au récepteur de reconstituer le signal initial (à l'aide d'un décodeur). Puisque la numérisation d'un signal consiste à prendre un échantillon du signal à chaque intervalle de temps prédéterminé (fréquence d'échantillonnage), il en résulte que plus cette fréquence est élevée, plus le signal numérique représente fidèlement le signal analogique. Évidemment, qui dit fréquence, dit temps, il importe donc que l'ensemble des systèmes de télécommunications (horloges *internes* de ces systèmes - *clock*) soit parfaitement synchronisé. Cette synchronisation est faite en considérant les horloges des satellites du *Global positioning system* (GPS).

²⁰Le multiplexage des signaux est un moyen de faire voyager plusieurs signaux simultanément sur un même support. Il existe une multitude de techniques de multiplexage dont la complexité varie en fonction du nombre d'utilisateurs que l'on désire desservir simultanément, du débit d'information (vitesse) que l'on désire atteindre, du nombre d'applications, etc. (Tanenbaum et Wetherall, 2011). Le *Time division multiple access* (TDMA) et le *Frequency division multiple access* (FDMA) en sont quelques-uns.

E. RÉSEAU SATELLITAIRE

Le réseau satellitaire est un complément indispensable au réseau d'ondes électromagnétiques terrestres. Par son altitude, le satellite permet de contourner les obstacles du relief et de relier de nombreux sites dispersés à grande échelle sur la Terre (Tanenbaum et Wetherall, 2011). En particulier, le réseau satellitaire permet d'atteindre des régions dans lesquelles d'autres types de réseaux de télécommunication sont absents comme les territoires éloignés du nord du Canada. La figure 1-9 présente l'architecture d'un réseau satellitaire.

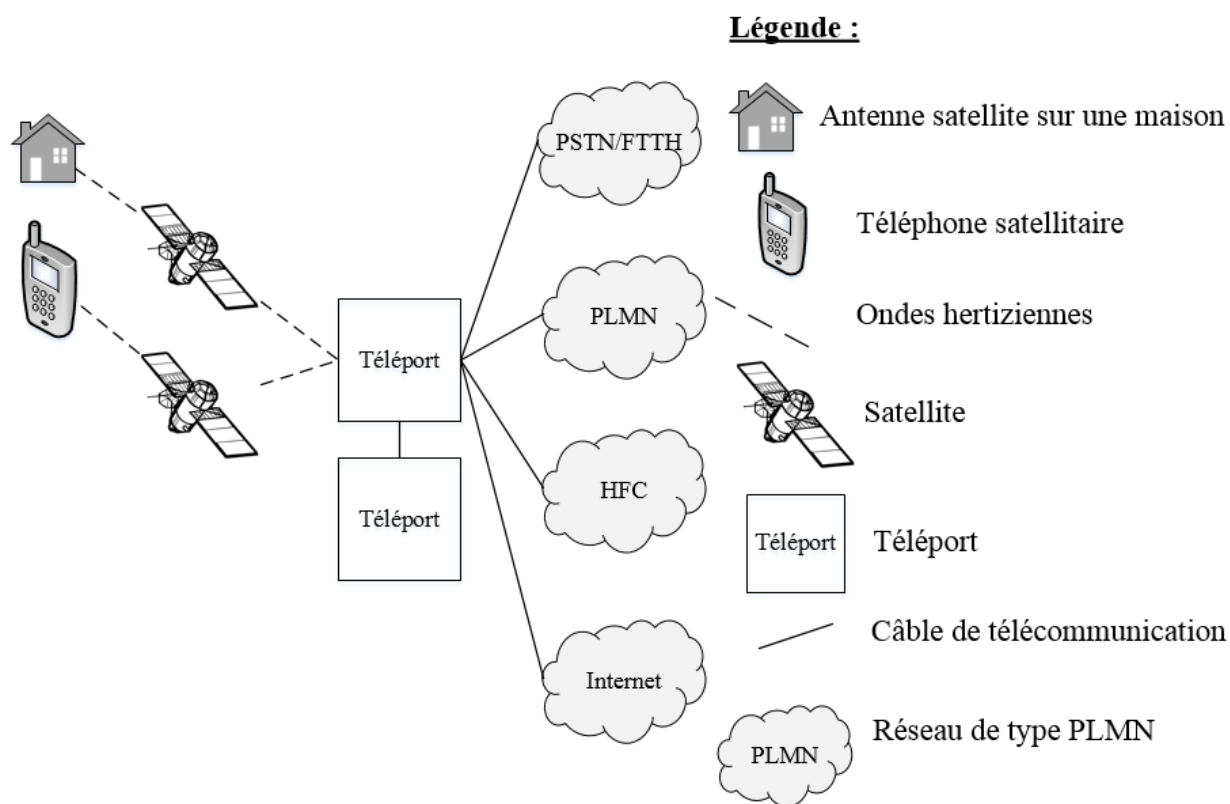


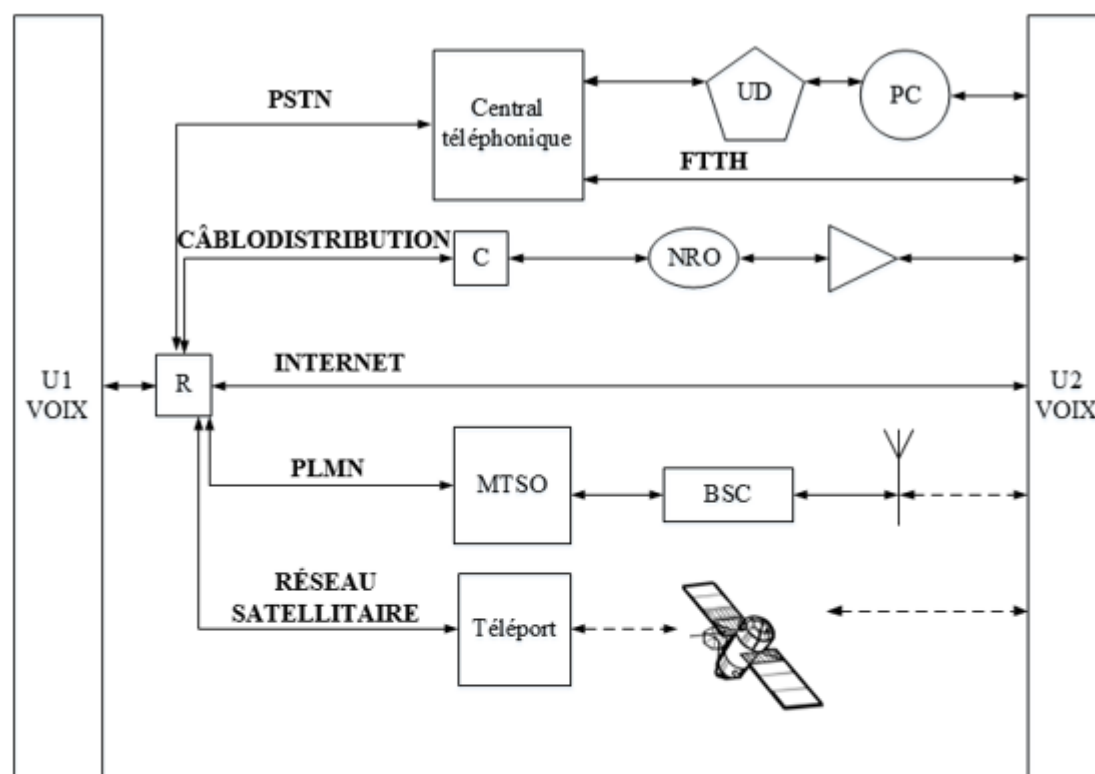
Figure 1-9 : Réseau satellitaire (source : auteure)

Que ce soit par le biais d'une antenne d'un téléphone satellitaire ou par le biais d'une antenne placée sur le toit d'une maison, le satellite est chargé de réceptionner le signal émis et de le redistribuer vers un téléport. Le téléport, également appelé station terrestre de télécommunication par satellite, permet ensuite d'acheminer le signal vers le destinataire que ce soit par le biais des autres réseaux disponibles : Internet, PSTN/FTTH, HFC et/ou PLMN.

1.2.3 Convergence des différents types de réseaux

Sur la base de leur fonctionnement technique individuel, les différents réseaux sont distinguables les uns des autres. Cependant, la partie précédente sur les FST a montré que les services de télécommunication sont variés (services sans-fil, Internet, etc.). Aujourd'hui, de nombreux FST proposent plusieurs de ces services à leurs clients. On observe ainsi une liaison entre les différentes architectures de RT présentées précédemment pour un même FST. Tel qu'il a été mentionné dans la section sur le réseau Internet, ce sont la convergence numérique et les différentes techniques de multiplexage qui permettent d'utiliser la même infrastructure de télécommunication pour acheminer des signaux de nature différente (sons, images et données) vers un utilisateur (fixe ou mobile). La commutation et le routage des signaux permettent quant à eux de choisir les trajets au sein des infrastructures de télécommunication qui permettront de faire voyager les signaux entre les émetteurs et les récepteurs.

La figure 1-10 ci-dessous illustre cette convergence des réseaux qui est pratiquement transparente du point de vue d'un utilisateur.



Légende :

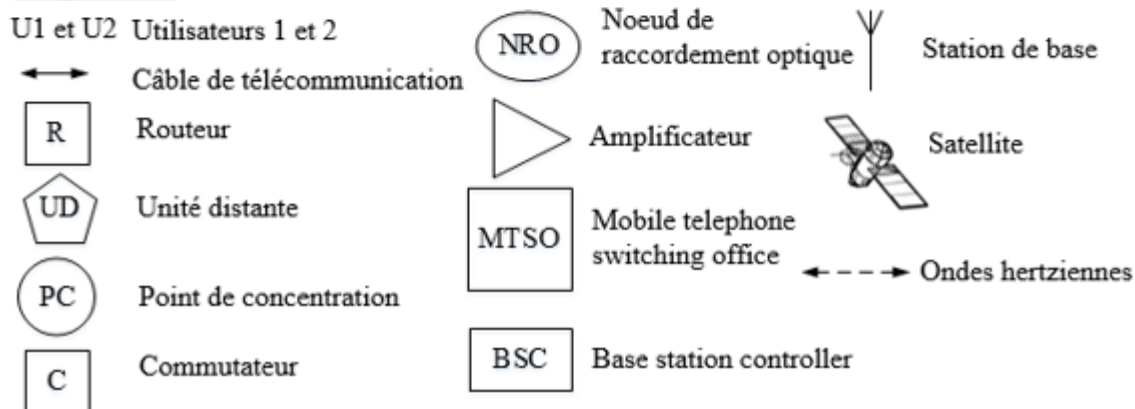


Figure 1-10 : Équipements parcourus lors d'une télécommunication (source : auteure)

Supposons qu'un utilisateur nommé U1 souhaite transmettre un signal de type Voix et qu'il dispose d'un téléphone IP comme illustré sur la figure 1-10. L'utilisateur nommé U2 qui est le destinataire du message peut être connecté à n'importe lequel des six réseaux de télécommunication. Quel que soit le type de connexion dont dispose U2, le signal circule dans les réseaux. Le point d'interconnexion se fait au niveau d'un routeur. Des schémas similaires pourraient être réalisés quel que soit le type de réseau auquel est connecté U1. Seul l'équipement

qui sert de point d'interconnexion change. Par exemple, si U1 passe un appel depuis un téléphone cellulaire, l'équipement qui sert d'interconnexion au réseau PLMN avec les autres catégories de réseau est le MTSO et non plus un routeur comme sur la figure 1-10.

Le tableau 1-1 ci-dessous récapitule les équipements qui servent d'interconnexion entre les réseaux.

Tableau 1-1 : Éléments de liaison entre réseaux de télécommunication

	PSTN/FTTH	Câblodistribution	Internet	PLMN	Satellitaire
PSTN/FTTH		Central téléphonique			
Câblodistribution	Commutateur		Commutateur		
Internet	Routeur			Routeur	
PLMN	MTSO				MTSO
Satellitaire	Téléport				

1.2.4 Point à améliorer : caractériser les interdépendances

Les catégories de FST ainsi que les différents équipements utilisés dans les architectures des RT sont multiples. On pourrait alors imaginer que toutes les catégories de FST et tous les types d'équipements peuvent faire l'objet d'interdépendances. Cette hypothèse reste à vérifier. Un besoin de caractériser les interdépendances s'impose alors. Cette caractérisation signifie identifier quels sont les différents types d'interdépendances entre FST et regrouper ces différents types selon des éléments communs qui permettent de les définir. La caractérisation permettra de guider la recherche d'informations à partager par les FST au sujet de leurs interdépendances en ciblant les interlocuteurs et les équipements auxquels s'intéresser.

Synthèse

Cette section de chapitre a permis d'expliciter deux notions centrales pour comprendre les travaux de recherche présentés à savoir la notion de FST et celle d'infrastructure. On constate que ce qu'on entend à la fois par FST et par infrastructures est diversifié (sept catégories de FST et cinq grandes catégories de RT). Les grandes catégories de réseaux, quant à elles, sont de moins en moins distinguables, dans le sens où elles sont de plus en plus liées les unes aux autres dès lors qu'un FST propose des services diversifiés à ses clients. Cette section joue un rôle important pour bien comprendre le vocabulaire utilisé lors de la description des grandes catégories d'interdépendances explicitées plus loin dans ce mémoire. En effet, les interdépendances ont besoin d'être caractérisées pour mieux comprendre quels équipements et quels FST sont utilisés pour former ces interdépendances.

1.3 Pratiques existantes en matière de partage d'informations

Comme vu en début de chapitre, les exercices de la série Simba-Nicky réalisés par le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec ont donné lieu à un rapport dans lequel le CRTU recommande notamment « que les entreprises propriétaires d'infrastructures communes initient des discussions sur l'identification des sites conjoints et l'identification des impacts et effets domino d'une destruction partielle ou totale de ceux-ci » (CRTU, 2013).

Malgré cette recommandation, il n'existe pas, actuellement, un cadre de partage d'informations spécifiquement dédié à l'étude des interdépendances entre FST. Un écart subsiste donc entre la recommandation faite par le CRTU et ce qui est mis en place en pratique entre les organisations du secteur des télécommunications.

Cependant, le partage d'informations n'est pas totalement inexistant entre les organisations. Cette section présente différentes initiatives visant à favoriser le partage d'informations entre organisations du secteur des télécommunications.

1.3.1 Présentation de comités du secteur des télécommunications

Un rapide tour d’horizon sur les pratiques existantes en matière de partage d’informations entre FST est intéressant à formuler ici puisqu’il permet d’expliquer en quoi une focalisation sur les interdépendances entre FST se distingue des initiatives actuelles. L’emphase est mise sur les pratiques existantes au Canada dans la mesure où le projet confié au *Centre risque & performance* porte, dans un premier temps, sur les FST au Québec.

Le tableau 1-2 suivant récapitule les différentes pratiques recensées en matière de partage d’informations entre FST au Canada et des détails sont fournis dans la suite de la section sur chacune d’entre elles.

Tableau 1-2 : Pratiques en matière de partage d’informations entre fournisseurs de services de télécommunication au Canada

Organisation	Rôle
Le gouvernement du Canada à travers la <i>Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles</i> et le <i>Plan d’action sur les infrastructures essentielles</i>	« Accroître la sûreté, la sécurité et la résilience du Canada en assurant une plus grande cohérence d’action et une plus grande complémentarité des initiatives des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et des dix secteurs des infrastructures essentielles » (Gouvernement du Canada, 2009). <u>Remarque :</u> Cette initiative concerne l’ensemble des dix catégories d’infrastructures essentielles et pas seulement le secteur des télécommunications.
Le Comité consultatif canadien pour la sécurité des télécommunications (CCCST) ou <i>Canadian security telecommunications advisory committee</i> (CSTAC)	« Permet aux secteurs privé et public d’échanger de l’information et de collaborer de façon stratégique sur des enjeux actuels et changeants qui pourraient influencer sur l’infrastructure des télécommunications » (Industrie Canada, 2014).

Tableau 1-2 : Pratiques en matière de partage d'informations entre fournisseurs de services de télécommunication au Canada (suite et fin)

Organisation	Rôle
Le groupe de travail sur la Protection cybernétique des télécommunications canadiennes (groupe de travail sur la PCTC) ou <i>Canadian telecom cyber protection Working group</i> (CTCP Working Group)	« Définir les pratiques exemplaires et mettre en œuvre les recommandations du CCCST liées à son mandat » (CCCST, 2013). Comme le nom de l'organisation l'indique, les pratiques et recommandations concernent la cyber sécurité des réseaux de télécommunication.
L'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU) ou <i>Canadian telecommunications emergency preparedness association</i> (CTEPA)	« Promouvoir la planification des mesures d'urgence dans l'industrie des télécommunications » (CTEPA, 2015).
Le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec	« Assurer la disponibilité et l'état de préparation opérationnel des services de télécommunication durant les urgences régionales ou nationales » (Industrie Canada, 2011a).

Au niveau gouvernemental, la résilience des Réseaux de télécommunication (RT) comme de l'ensemble des autres Infrastructures essentielles (IE) est l'une des principales préoccupations des gouvernements. Cette préoccupation est exprimée à l'intérieur du *Cadre de sécurité civile pour le Canada* (Gouvernement du Canada, 2011) duquel découlent deux importants documents. Les deux documents en question sont : la *Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles* (Gouvernement du Canada, 2009) et le *Plan d'action sur les infrastructures essentielles* (Gouvernement du Canada, 2014). Ces deux documents ont pour objectif principal d'accroître la

sûreté, la sécurité et la résilience du Canada en assurant une plus grande cohérence d'action et une plus grande complémentarité des initiatives des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et des dix secteurs des IE. La Stratégie émet des lignes directrices pour atteindre l'objectif tandis que le Plan précise les mesures prises et à entreprendre pour suivre ces lignes directrices. À travers ces deux documents, la mise en place de partenariats est proposée. Chacun des dix secteurs d'IE est doté d'un réseau sectoriel sous la responsabilité d'un ministère désigné. Le ministère responsable du secteur des Technologies de l'information et des communications (TIC) est Industrie Canada (Gouvernement du Canada, 2014). Cependant, compte tenu des caractéristiques propres à chaque secteur, la Stratégie laisse le champ libre quant à la structuration de chaque réseau sectoriel. Ainsi les FST sont théoriquement en mesure de s'échanger des informations grâce au réseau sectoriel. Toutefois, rien ne précise en pratique quels FST exactement sont impliqués et sur quoi portent précisément les échanges d'informations à l'interne de ces réseaux sectoriels. Pour la collaboration entre les réseaux sectoriels d'une part et entre les réseaux et le gouvernement d'autre part, le *Forum national intersectoriel* a aussi été créé. Ce forum compte des représentants de chacun des dix secteurs d'IE. Le sous-ministre de Sécurité publique Canada (SPC) et un représentant provincial ou territorial président la réunion annuelle (Gouvernement du Canada, 2014).

Plus concrètement, en ce qui concerne le partage d'informations intra-sectoriel, c'est-à-dire entre organisations du secteur des télécommunications, les organisations s'échangent des informations à travers de nombreux regroupements de télécommunicateurs à travers le Canada. Ainsi, outre le CRTU du Québec, il existe d'autres comités de télécommunicateurs ayant principalement pour objectif de favoriser les échanges entre les FST, les gouvernements et autres organismes. Parmi ces autres regroupements, on retrouve le Comité consultatif canadien pour la sécurité des télécommunications (CCCST), le groupe de travail sur la Protection cybernétique des télécommunications canadiennes (GT sur la PCTC), l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU) et le CRTU du Québec.

Le premier, le Comité consultatif canadien pour la sécurité des télécommunications (CCCST) a été mise sur pied en novembre 2010 dans le but de répondre à l'exigence de coopération entre le gouvernement et l'industrie exprimée dans la *Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles* et le *Plan d'action sur les infrastructures essentielles*. L'objectif principal du CCCST est d'améliorer la sécurité générale de l'infrastructure essentielle des télécommunications au

Canada notamment en adoptant et promulguant des pratiques exemplaires de sécurité pour les Fournisseurs de services de télécommunications (FST). On retrouve, au sein de ce comité, des cadres supérieurs de l'industrie canadienne des télécommunications, d'Industrie Canada, du Centre de la sécurité des télécommunications (CST), de Sécurité publique Canada (SPC), du Service canadien du renseignement de sécurité (SCRS), et du Bureau du Conseil privé (Industrie Canada, 2014).

Le deuxième regroupement, le groupe de travail sur la Protection cybernétique des télécommunications canadiennes (groupe de travail sur la PCTC), relève du CCCST. Comme son nom l'indique, le groupe de travail sur la PCTC travaille sur des problématiques liées à la sécurité cybernétique des RT. Il forme un groupe de niveau opérationnel chargé de définir les pratiques exemplaires en termes de cybersécurité et de les mettre en œuvre selon les recommandations du CCCST (CCCST, 2013). Ces pratiques exemplaires peuvent provenir de plusieurs sources dont les normes de l'*International organization for standardization* (ISO), de lignes directrices provenant du Centre de la sécurité des télécommunications (CST), de l'*Internet service providers' voluntary code of practice*, de l'*Internet engineering task force* (IETF) ou d'autres sources (CCCST, 2013). Industrie Canada est également membre de ce regroupement.

Le troisième regroupement, l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU), est une association industrielle de planificateurs de mesures d'urgence qui représentent les plus grandes compagnies canadiennes dotées d'installations qui offrent des services de télécommunication filaire, sans-fil et par satellite. Industrie Canada est membre associé de cette association. Créée en 2000, l'ACPTU a pour objectif principal de promouvoir la planification des mesures d'urgence dans l'industrie des télécommunications en fournissant aux membres une tribune permettant de partager des renseignements sur des enjeux concernant les mesures d'urgence, de promouvoir l'adoption de pratiques exemplaires en planification et en gestion des urgences dans l'industrie des télécommunications et en établissant un processus qui facilite le soutien réciproque et la cohésion en cas de désastre régional, national ou international (CTEPA, 2015). À la différence du CRTU du Québec, qui œuvre également pour l'atténuation des urgences, l'ACPTU se positionne à un niveau plus stratégique et à l'échelle non pas provinciale, mais nationale. L'ACPTU ne relève pas directement du Comité consultatif canadien sur la sécurité des télécommunications (CCCST) comme le groupe de travail sur la Protection cybernétiques des télécommunications canadiennes (groupe de travail sur la PCTC). En revanche,

elle peut être amenée à travailler sur des tâches recommandées par le CCCST. Ce fut le cas pour le rapport intitulé *Directives liées à la notification d'un incident de télécommunication*, document réalisé suite à une rencontre de l'ACPTU et qui part d'une mesure d'intervention d'ordre général établie par le CCCST (Industrie Canada, 2013).

Enfin, le CRTU du Québec, quant à lui, a déjà fait l'objet d'une présentation détaillée en début de chapitre.

Cette description des principales initiatives canadiennes en matière de partage d'informations entre FST montre que, malgré l'échange d'informations existantes entre des FST, aucun comité du secteur des télécommunications n'a le mandat spécifique de s'échanger de l'information au sujet des interdépendances entre les FST.

Brièvement, à l'échelle internationale, le même constat peut être réalisé. Comme au Canada, des regroupements de télécommunicateurs ont pour but de faciliter les échanges d'informations entre organisations du secteur des télécommunications. Par exemple, aux États-Unis, *l'Information technology-Information sharing and analysis center* (IT-ISAC) regroupe des experts en sécurité des Technologies de l'information et des communications (TIC) provenant de certaines entreprises du secteur des télécommunications comme AT&T ou Cisco Systems. Ce regroupement est basé sur une participation volontaire et permet aux experts de s'échanger de façon sécurisée des informations concernant des menaces cybernétiques ou des pratiques exemplaires en matière de cybersécurité. Mises en commun, ces informations permettent, notamment, aux participants d'acquérir une vision plus globale du portrait des menaces cybernétiques qui pèsent sur le secteur (IT-ISAC, 2013).

1.3.2 Point à améliorer : comprendre le blocage lié aux interdépendances

Encore une fois, aucune des politiques ou des regroupements présentés ci-dessus n'a, à l'heure actuelle, la mission de s'échanger spécifiquement des informations concernant les interdépendances entre FST. À ce stade, il est en droit de se demander ce qui empêche les FST de mettre en place une structure, autrement un cadre de partage d'informations plus formel, en ce qui concerne la problématique des interdépendances entre eux et comment y remédier. Ce questionnement est essentiel à prendre en compte pour favoriser, à l'avenir, la mise en place d'un Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) dédié aux interdépendances entre FST.

Synthèse

Cette dernière section de chapitre a mis en évidence différents organismes à travers lesquels les FST ont l'occasion de s'échanger de l'information concernant leur réseau et ce, sur des thématiques diverses. Cependant, aucun de ces organismes (hormis le CRTU lors des exercices de la série Simba-Nicky) n'a pas le mandat clairement défini (ou ne s'est pas donné pour mandat) de s'échanger de l'information spécifiquement en ce qui concerne les interdépendances entre FST. La recommandation faite par le CRTU en 2013 reste donc inappliquée en pratique (du moins, formellement) à l'heure actuelle. La question est de savoir quels sont les freins à ce partage d'informations et quelles sont les conditions nécessaires pour y remédier ?

CHAPITRE 2 SUJET DE RECHERCHE

Les travaux présentés dans la suite de ce mémoire s'intègrent dans la logique de ce qui a été constaté au chapitre précédent. Actuellement, aucun travail ne fait état de partage d'informations entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST) spécifiquement en ce qui concerne l'étude de leurs interdépendances, et ce malgré la recommandation portée par le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec. D'autre part, trois points d'amélioration ont été identifiés en lien avec le partage d'informations entre FST interdépendants : préciser des gains attendus par le partage d'information au sujet des interdépendances, caractériser les interdépendances entre FST et comprendre les freins au partage d'informations entre FST. L'idée de la suite de ce mémoire est donc de travailler sur ces trois voies d'amélioration dans l'optique de faciliter la mise en place d'un Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) entre FST.

2.1 Question de recherche

À ce stade, la question de recherche s'impose d'elle-même. Il s'agit de comprendre quels sont les défis du partage d'informations entre des fournisseurs de services de télécommunication interdépendants ?

2.2 Objectifs de recherche

Comme le recommande le CRTU, une plateforme d'échange d'informations devrait être mise sur pied dans le but que les FST s'échangent des informations au sujet de leurs interdépendances, notamment en ce qui concerne la localisation de ces points d'interdépendance et les conséquences de la destruction de ceux-ci. Or, la mise en place de cette plateforme sous-entend que les organisations soient prêtes à s'échanger de l'information sur leurs interdépendances.

Avant même de développer une plateforme d'échange, il faut donc définir un cadre qui tient compte des principales contraintes des organisations en matière de partage d'informations. Ce cadre permettra, par exemple, de répondre aux interrogations suivantes : quelles informations devront être échangées exactement par les Fournisseurs de services de télécommunication (FST), sous quelle forme et dans quelles circonstances ? C'est ce cadre qui est désigné par Cadre d'échange et de partage d'information (CÉPI) dans ce mémoire.

L'objectif général de ces travaux de maîtrise n'est pas de créer un CÉPI en lui-même, mais de définir les conditions qui favoriseront sa mise en place. Autrement dit de cerner la problématique (comprendre les défis à relever) pour favoriser le partage d'informations entre FST interdépendants.

L'objectif général de la recherche se décline en cinq objectifs spécifiques à savoir :

1. caractériser les interdépendances entre FST ;
2. identifier les freins au partage d'informations ;
3. préciser l'objectif et les gains attendus du CÉPI ;
4. définir les modalités d'implantation d'un CÉPI (découlent des freins identifiés) ;
5. formuler certaines recommandations notamment quant à la structure concrète d'un tel CÉPI et son mode de gouvernance.

Les trois premiers objectifs spécifiques reprennent exactement les voies d'amélioration identifiées au chapitre précédent pour mieux comprendre le problème du partage d'informations entre FST interdépendants. Les objectifs 4 et 5 visent à aller plus loin dans la réflexion pour la création d'un futur CÉPI.

2.3 Méthodologie

Comme expliqué précédemment, ces travaux de maîtrise s'inscrivent dans le cadre d'un projet de recherche plus large, subventionné et confié au *Centre risque & performance* (CRP) de Polytechnique Montréal. Pour réaliser sa demande de subvention, le CRP s'est appuyé sur la recommandation du CRTU du Québec qui préconise davantage de partage d'informations entre FST au sujet de leurs points d'interdépendance (CRTU, 2013). Ce projet confié au CRP vise à proposer un cadre d'échange d'informations dédié aux réseaux de télécommunications et est réalisé en collaboration avec deux partenaires à savoir Industrie Canada et le Centre des services partagés du Québec²¹ (CSPQ). Tant Industrie Canada que le CSPQ sont des organisations

²¹ Le Centre des services partagés du Québec est un organisme créé en 2005 pour générer des économies dans l'économie publique. Il a pour mission de fournir ou de rendre accessible aux organismes publics les biens et services dont ils ont besoin dans l'exercice de leurs fonctions, notamment en matière de ressources humaines, financières, matérielles, informationnelles et de communications. Depuis sa création, par le regroupement de ressources en provenance de différents ministères et organismes, le CSPQ a mis sur pied un certain nombre de

représentatives du milieu des télécommunications et, en ce sens, constituent des interlocuteurs particulièrement intéressants. En effet, Industrie Canada est « le ministère fédéral chargé de la gestion du spectre au Canada et chargé de soutenir un système de télécommunications robuste et fiable pour protéger, enrichir et renforcer le tissu social et économique du Canada » (Industrie Canada, 2011). Plus précisément, la collaboration d'Industrie Canada se fait par le biais de M. Michel Renaud qui préside le CRTU du Québec et est membre de l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU), deux comités du secteur des télécommunications. Le CSPQ, lui, possède une expertise en tant qu'exploitant d'un réseau de télécommunication (Réseau intégré de télécommunications multimédia [RITM]) et gestionnaire d'un réseau de télécommunication (Réseau national intégré de radiocommunication [RENIR]). Plus précisément, la collaboration du CSPQ se fait par M. Yves Fortier, responsable du soutien à la sécurité civile au sein du CSPQ.

Au vu du contexte dans lequel se sont effectués les travaux de maîtrise recherche présentés dans ce mémoire, une démarche de recherche de type recherche-action a été choisie pour mener les travaux. En effet, la recherche-action peut se définir comme « un processus collectif mettant en relation des chercheurs et des praticiens visant à résoudre un savoir en prise directe sur les pratiques des acteurs sociaux » (Hess, 1989 et cité dans Merini et Ponté, 2008). Autrement dit « toute recherche-action est issue de la volonté de résoudre un problème concret, de transformer une situation vécue comme étant problématique par les acteurs en une situation plus favorable » (Allard-Poesi et Maréchal, 2007). Or, le projet de recherche confié au CRP et né de la recommandation du CRTU, a pour but la création d'un cadre d'échange jusque-là inexistant et se

services partagés (rémunération, achats de matériels etc.) à l'intention d'une large partie de la communauté gouvernementale. Au chapitre des ressources informationnelles et des communications, le CSPQ est responsable du développement, de l'opération et du maintien en bon état d'actifs gouvernementaux stratégiques et essentiels au fonctionnement de l'État tels que le Réseau national intégré de radiocommunication (RENIR), le Réseau intégré de télécommunication multimédia (RITM) (CSPQ, 2015a). RENIR est un service qui s'adresse d'abord aux organisations de sécurité, publique et civile, œuvrant sur le territoire québécois. Il offre des services de radiocommunication favorisant l'interopérabilité et la continuité des services de radiocommunication, afin que les différents intervenants de première ligne puissent communiquer entre eux à l'occasion d'opérations régulières ou exceptionnelles, telles les situations de sinistres (CSPQ, 2015b). RITM est une infrastructure permettant de soutenir les besoins d'affaires de la clientèle, entre autres par la mise en œuvre de réseaux d'entreprise et de réseaux de téléphonie IP ainsi que par l'abonnement au service de visioconférence (CSPQ, 2015c).

fait en partenariat entre des chercheurs et des partenaires représentatifs du secteur des télécommunications. On retrouve bien là trois principes de la recherche-action : problème concret, objectif de transformation et collaboration chercheurs-praticiens. De plus, comparativement à une autre méthode de recherche dite transformative comme la recherche-intervention (Cappelletti, 2010), la recherche-action a été privilégiée pour deux raisons :

1. L'intervention directe du CRP ne se fait pas sur le terrain, autrement dit au sein même d'une organisation d'un FST. Au contraire, les chercheurs s'aident de la représentation que les praticiens ont de la situation actuelle pour guider leurs travaux (David, 2012a).
2. Le projet de recherche confié au CRP ne vise pas « à transformer effectivement l'organisation dans ses structures et ses comportements » mais plutôt « à préparer [ses organisations] à des changements futurs » (Cappelletti, 2010 ; David, 2012b). En effet, l'objectif des travaux de recherche menés par le CRP se situent bien en amont de l'implantation formelle d'un quelconque cadre de partage d'informations ou d'une quelconque plateforme de partage d'informations à l'interne des organisations de chaque FST.

En s'inspirant de processus de recherche-action précédemment présenté dans la littérature (MacIsaac, 1995 et cité dans O'Brien, 1998 ; Marty, 2014 ; Susman, 1983 et cité dans O'Brien, 1998), un processus a été créé pour synthétiser la démarche de recherche utilisée dans le cadre de cette maîtrise. Le processus suivi est présenté sur la figure 2-1 ci-dessous.

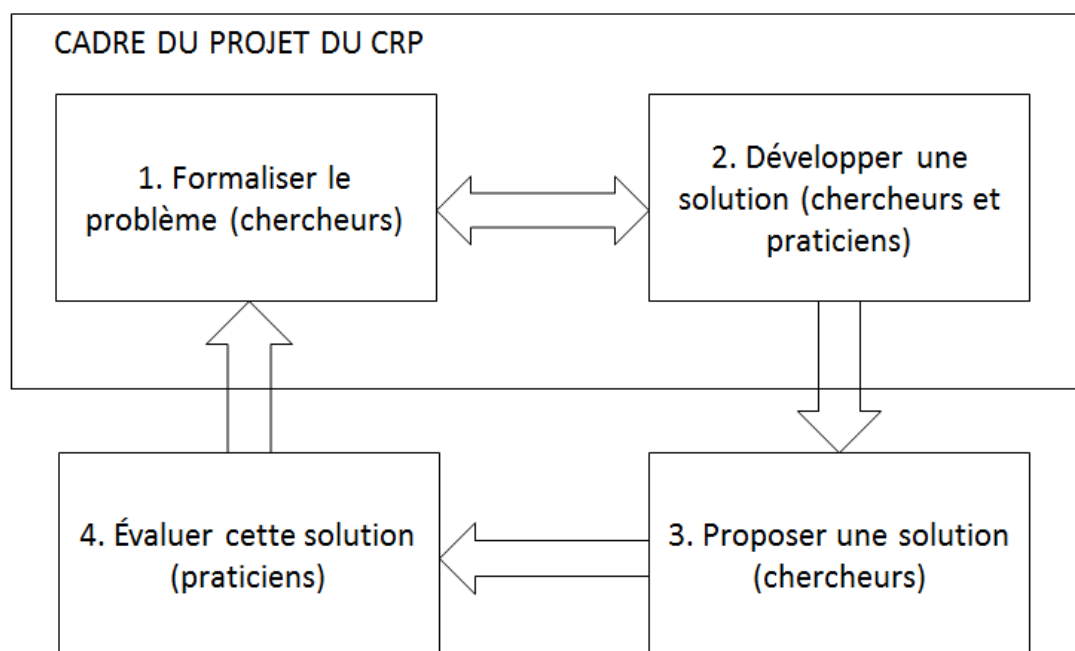


Figure 2-1 : Processus de recherche utilisé (adaptée de Marty, 2014)

La première étape du processus de recherche-action a été de formaliser le problème étudié dans le cadre de la maîtrise recherche c'est-à-dire de poser le contexte, la question de recherche et les objectifs de recherche. Cette formalisation du problème s'est faite en tenant compte du cadre imposé par le projet de recherche auquel le CRP participe et dont le but est la création d'un CÉPI. De plus, cette étape du processus de recherche-action s'est faite en parallèle du développement d'une solution entre chercheurs et praticiens. Autrement dit, au fur et à mesure des travaux, la formulation du contexte, de la question de recherche ainsi que des objectifs de recherche s'est précisée pour aboutir à son état final tel que présenté dans ce mémoire.

La deuxième étape du processus a consisté à développer une solution pour atteindre chacun des objectifs de recherche. Le développement de la solution s'est fait en collaboration entre chercheurs et praticiens. Connaissant le cadre du projet de recherche du CRP, les praticiens qui ont participé à la deuxième étape du processus de recherche-action pour les travaux de maîtrise ont été, d'une part les partenaires du projet du CRP (Industrie Canada et le CSPQ) et, d'autre part, des membres de certaines organisations de FST rencontrés dans le cadre de visites d'installations de télécommunication. Les visites d'installations ont été permises grâce à Industrie

Canada. Quatre visites ont été réalisées, chacune correspondant à un type de réseau de télécommunication différent :

1. central téléphonique d'un réseau téléphonique filaire ;
2. central téléphonique d'un réseau de téléphonie cellulaire ;
3. téléport (réseau satellitaire) ;
4. tête de ligne d'un réseau de câblodistribution.

Le tableau 2-1 ci-dessous résume les activités entreprises pour développer une solution, le rôle de chaque activité, les participants à chaque activité et les dates de chaque activité.

Tableau 2-1 : Activités réalisées pour développer une solution (étape 2 de recherche-action)

Activités pour développer une solution	Rôle de l'activité	Participants	Date
Recherche d'informations dans la littérature, synthèse des informations (issues de la littérature et du terrain)	Proposer des solutions à Industrie Canada et au CSPQ	Chercheurs	Tout au long du projet de maîtrise (janvier 2014-août 2015)
Visites d'installations de télécommunication	Renforcer la compréhension du secteur et certaines problématiques rencontrées par celui-ci	Chercheurs, Industrie Canada, employés de FST	Juillet 2014 (central téléphonique réseau filaire) Octobre 2014 (central téléphonique réseau cellulaire) Novembre 2014 (téléport) Mai 2015 (tête de ligne)

Tableau 2-1 : Activités réalisées pour développer une solution (étape 2 recherche-action) (suite et fin)

Activités pour développer une solution	Rôle de l'activité	Participants	Date
Réunions d'avancement mensuelles	Discuter de points spécifiques et vérifier la compréhension des enjeux	Chercheurs, Industrie Canada et le CSPQ	Une fois par mois de juin 2014 à juillet 2015
Rapport technique	Présenter un portrait du secteur des télécommunications au Québec (historique, évolution, types de réseau, catégories de FST, catégories d'interdépendance)	Rédaction par les chercheurs, relecture et commentaires par Industrie Canada et le CSPQ	Février 2015

La synthèse des travaux réalisés suite à l'ensemble de ces activités pour répondre aux quatre premiers objectifs de recherche²² du projet de maîtrise sont présentés dans les chapitres 3 à 6 du mémoire. Les recommandations quant à la structure du CÉPI et son mode de gouvernance, qui correspondent le cinquième objectif de recherche, n'ont pas été présentées à des praticiens. Le chapitre 8 présente ces recommandations.

²² Pour rappel, les quatre premiers objectifs de recherche sont : (1) caractériser les interdépendances entre FST, (2) identifier les freins au partage d'informations, (3) préciser l'objectif et les gains attendus du CÉPI, (4) définir les modalités d'implantation d'un CÉPI.

La troisième étape du processus de recherche-action a consisté à présenter la solution développée à la deuxième étape pour faire connaître le projet du CRP et faire part de l'avancement des travaux à des personnes du secteur des télécommunications n'ayant pas pris part aux étapes de précédentes du processus de recherche. Par le biais d'Industrie Canada, les travaux ont été présentés à deux comités du secteur des télécommunications : le CRTU du Québec et l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU). Cette solution présentait le mérite de pouvoir sensibiliser plusieurs FST aux travaux malgré les contraintes de délai du projet. Le choix de présenter, dans un premier temps, ces travaux au CRTU du Québec et à l'ACPTU n'est pas dû au hasard. En effet, le CRTU étant le comité qui a réalisé la recommandation à l'origine de cette étude, il est essentiel de recueillir son avis quant au bon déroulement des travaux. De plus, l'ACPTU, comme le CRTU, travaille également pour la préparation du secteur des télécommunications face à des situations d'urgence. Cependant, à la différence du CRTU, ce comité regroupe des employés à un niveau plus tactique dans les organisations du secteur des télécommunications. Des employés de FST occupant des positions hiérarchiques différentes au sein des organisations ont donc pu être sensibilisés au projet de recherche. La rencontre avec le CRTU a eu lieu le 21 mai 2015. Environ 25 personnes étaient présentes autour de la table. Des entreprises de télécommunication privées étaient représentées telles que Rogers sans fil, Bell Canada et Cogeco par exemple. Des ministères, à la fois fédéraux et provinciaux, étaient également représentés tels que Défense nationale et le Ministère de la sécurité publique du Québec. Industrie Canada présidait la rencontre. La rencontre avec l'ACPTU, elle, a eu lieu le 27 mai 2015. Une quinzaine de personnes étaient présentes autour de la table. Des entreprises de télécommunication privées du Québec étaient représentées telles que Cogeco, Bell Canada, Videotron, mais également des entreprises de télécommunications exerçant leurs activités à l'extérieur du Québec comme MTS/Allstream au Manitoba ou SaskTel au Saskatchewan. Lors de chacune des rencontres, un membre du CRP a présenté aux membres des deux comités la caractérisation des interdépendances, l'identification des freins au partage d'informations, les gains attendus et les modalités à respecter par le CÉPI.

Enfin, la quatrième et dernière étape du processus a consisté à recueillir l'avis des participants au CRTU et à l'ACPTU sur la pertinence des travaux réalisés. L'objectif était de connaître l'intérêt général du milieu face à ces travaux et, sur des points plus précis, de savoir en quoi les travaux effectués jusqu'à présent sont adaptés au besoin du milieu et en quoi ils méritent d'être

réorientés. Les participants ont eu l'occasion de donner leur avis personnel de façon orale suites aux présentations faites par le CRP à chacun des deux comités. Ils ont également eu l'occasion de donner un avis écrit suite à une consultation à l'interne de leur organisation respective sur chacun des freins et des gains identifiés. Pour cela, chacun des membres des comités a reçu une grille d'évaluation à remplir et à retourner dans les 15 jours suivant les rencontres avec chacun des comités. Au moment de retourner la grille remplie au CRP celle-ci a été rendue anonyme pour que le nom des organisations ne figure pas dans les réponses. Cette grille d'évaluation est présentée telle qu'elle a été remises aux participants en annexe A. Elle comprend deux sections : une première section qui reprend la liste des freins au partage d'informations identifiées au moment de soumettre la grille d'évaluation au CRTU et à l'ACPTU, et une seconde section qui reprend la liste des gains attendus par le CÉPI. Pour chacune de ces sections, les membres des comités ont dû évaluer sur une échelle de 0 à 4 la pertinence de chaque critère (frein et gain) selon eux, la note 0 désignant un critère non pertinent et la note 4 désignant un critère jugé très pertinent. L'échelle de notation utilisée est présentée au tableau 2-2 ci-dessous.

Tableau 2-2 : Échelle de l'évaluation de la pertinence des freins et des gains au partage d'informations

Note	0	1	2	3	4
Critère	Non pertinent	Très peu pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent

Pour chacun des critères (freins et gains), les personnes interrogées avaient également la possibilité de commenter la note qu'ils attribuaient à chaque critère ou le critère en lui-même. Enfin, à la fin de chacune des deux sections de la grille d'évaluation, d'autres freins ou gains pouvaient être ajoutés par les répondants. La synthèse des avis récoltés est présentée au chapitre 7 du mémoire.

CHAPITRE 3 CARACTÉRISATION DES INTERDÉPENDANCES

La diversité des Fournisseurs de services de télécommunication (FST) et des infrastructures du secteur des télécommunications a été mise en avant en début de mémoire. L'objectif de cette section est de mieux comprendre comment les interdépendances entre FST se manifestent, et donc de mieux comprendre ce qui sera l'objet d'un Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) dédié aux FST interdépendants. La première partie de cette section vise à définir les quatre types d'interdépendances qui peuvent exister entre les Infrastructures essentielles (IE) (interdépendances cybernétiques, logiques, fonctionnelles [ou physiques] et géographiques) et à analyser comment chacune de ces interdépendances se manifeste dans le cas spécifique des Réseaux de télécommunication (RT). La seconde partie du chapitre revient sur le lien entre interdépendances dans le secteur des télécommunications et particularités territoriales du Québec. Ce qui est décrit dans ce chapitre pour caractériser les interdépendances entre FST a été obtenu en interaction entre le *Centre risque & performance*, Industrie Canada et le Centre des services partagés du Québec grâce aux activités décrites au tableau 2-1.

3.1 Interdépendances cybernétiques

Les interdépendances cybernétiques sont dues à des échanges de données entre les réseaux via les systèmes informatiques et de télécommunication (Peerenboom et al., 2002 ; Rinaldi et al., 2001 ; Robert et Morabito, 2008). Ce sont principalement des interdépendances qui sont liées à des problématiques de transmission de données qui relèvent davantage de l'information elle-même et de comment les informations sont codées, transmises, validées et utilisées. Les interdépendances cybernétiques concernent également les problématiques liées à la sécurité informatique, à l'usurpation ou le piratage de données (Petit, 2009). Cette forme d'interdépendances ne sera pas abordée dans cette étude.

3.2 Interdépendances logiques

Les interdépendances logiques sont dues à des réalités économiques et/ou géopolitiques. Dans la littérature, on les appelle aussi les interdépendances dues au marché (Peerenboom et al., 2002 ; Rinaldi et al., 2001, Robert et Morabito, 2008). La fluctuation des marchés financiers, des prix des produits pétroliers ou autres biens de consommation en raison de circonstances politiques,

économiques, naturelles ou autres sont autant d'exemples d'interdépendances logiques. Dans le secteur des télécommunications, la législation et le cadre réglementaire imposé par les organismes de régulation qui obligent les FST à ajuster leur mode de fonctionnement sont un exemple d'interdépendances logiques. Au même titre, un FST qui déciderait de baisser les prix pourrait avoir un effet sur les politiques de *marketing* des autres réseaux et les contraindre à baisser les prix également. Il s'agit encore ici d'une forme d'interdépendance logique. Cette forme d'interdépendance ne sera toutefois pas abordée dans cette étude.

3.3 Interdépendances fonctionnelles (ou physiques)

Les interdépendances fonctionnelles (également appelées interdépendances physiques) sont dues à des échanges de ressources entre les réseaux (Peerenboom et al., 2002 ; Rinaldi et al., 2001 ; Robert et Morabito, 2008). Par exemple, pour produire de l'eau potable, le réseau d'eau a besoin d'électricité pour faire fonctionner les différents équipements nécessaires à traiter l'eau, acheminer l'eau vers les utilisateurs, contrôler les différents équipements, etc.. Inversement, pour produire de l'électricité, le réseau électrique a besoin d'eau que ce soit pour la climatisation et le refroidissement de certains équipements, la protection contre les incendies et pour fournir un cadre de travail acceptable pour les employés (hygiène et consommation). Il existe donc un lien d'interdépendance entre ces deux réseaux puisque ceux-ci ne pourraient fonctionner indéfiniment de manière viable l'un sans l'autre.

Si l'on s'en tient à cette définition, l'identification des interdépendances fonctionnelles entre les réseaux se fait donc en identifiant les relations de type client/fournisseurs qui existent entre eux (Robert et Morabito, 2008). Pour cela, on identifie les ressources externes qui sont utilisées aux différentes infrastructures des réseaux, les fournisseurs de ces ressources et les conséquences associées à la perte de ces ressources. Cette méthodologie fonctionne bien. Elle a été testée et validée par le *Centre risque & performance* (CRP) au cours de ses travaux sur les interdépendances entre les Infrastructures essentielles (IE) provenant de différents secteurs.

Dans le cas des interdépendances entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST) qui font l'objet de la présente étude, la ressource qui est « échangée » est une partie physique du réseau lui-même.

L'application de la méthodologie visant à identifier les relations clients/fournisseurs revient donc à poser la question : « Utilisez-vous, dans certains secteurs (municipalités, régions, etc.), le réseau d'un autre FST pour fournir votre service à vos clients ? ». Logiquement, un FST qui possède son propre réseau physique de télécommunication ne voudrait pas devoir utiliser le réseau d'un concurrent pour fournir son service à ses clients, mais dans certaines situations, il arrive que ce soit le cas et que des ententes de fourniture de services soient conclues entre les FST. Ces ententes de fourniture de services sont un premier exemple d'interdépendances fonctionnelles entre les FST et sont expliquées en détail à la section 3.3.1.

Si l'on se situe à une échelle plus globale, autrement dit si l'on considère l'infrastructure de télécommunication dans son ensemble, alors, les interconnexions entre les FST qui servent de « ponts » entre les réseaux, peuvent aussi être considérées comme des liens d'interdépendances fonctionnelles entre les FST. Bien qu'une interconnexion entre deux réseaux de FST ne corresponde pas tout à fait précisément à la définition d'une interdépendance fonctionnelle²³, elle s'en apparente tout de même et, dans cette étude, elle sera considérée comme telle. Les interdépendances de type interconnexion entre les FST sont présentées à la section 3.3.2.

3.3.1 Interdépendances fonctionnelles dues aux ententes contractuelles

Les interdépendances de type ententes contractuelles sont le premier exemple d'interdépendances dites fonctionnelles entre FST. Elles peuvent être divisées en quatre sous-ensembles à savoir :

²³Par définition, une interdépendance fonctionnelle entre deux réseaux est une dépendance mutuelle entre ces deux mêmes réseaux qui fait en sorte que l'un ne pourrait pas fonctionner de manière viable et indéfiniment sans l'autre (Peerenboom et al., 2002 ; Rinaldi et al., 2001 ; Robert et Morabito, 2008). Or, dans les systèmes de télécommunications, si l'on se place à l'échelle des réseaux pris de manière indépendante, une interconnexion entre deux réseaux n'est pas une interdépendance fonctionnelle puisque la défaillance physique d'un réseau n'empêchera pas l'autre réseau de fonctionner correctement si ce n'est que les clients du réseau fonctionnel ne pourront pas entrer en communication avec les clients du réseau défaillant. Par contre, si l'on se situe à une échelle plus globale, on pourrait dire qu'il s'agit tout de même d'une forme d'interdépendance fonctionnelle, car le fonctionnement global de l'infrastructure de télécommunication repose sur le bon fonctionnement de l'ensemble de ces points d'interconnexion entre les réseaux. Cette nuance est importante au sens de la définition et il importe de préciser que dans ces travaux de recherche, les points d'interconnexion entre les réseaux ont été traités volontairement comme des interdépendances fonctionnelles même s'ils ne respectent pas intégralement la définition.

1. les ententes demandées par des FST de la catégorie « Revendeurs »²⁴ ;
2. les ententes conclues entre des FST concernant le partage de réseaux cellulaires (ententes dites d'itinérance ou *roaming*) ;
3. les ententes conclues entre des FST concernant le transport de données ;
4. les ententes conclues entre des FST et des propriétaires d'infrastructures²⁵.

Le premier type d'ententes contractuelles concerne les ententes contractuelles demandées par des « Revendeurs ». Puisque les « Revendeurs » ne possèdent pas de réseaux physiques à proprement parler, ils louent, en gros, l'infrastructure en gros des FST dotés d'installations. Il existe donc un lien d'interdépendance fonctionnelle clairement établi, qui, dans les faits, est davantage un lien de dépendance qu'un lien d'interdépendance.

Le deuxième type d'ententes contractuelles concerne le partage de réseaux entre les FST qui fournissent des services de téléphonie cellulaire. Il peut exister des ententes qui font en sorte que deux fournisseurs de services en concurrence s'entendent pour offrir un service à leurs usagers respectifs dans les zones de couverture cellulaire du FST concurrent (entente d'itinérance ou de *roaming*). Dans certains cas, le *roaming* n'est pas automatique, mais dans certains autres cas, le *roaming* est totalement transparent pour le client. Dans ce cas précis, il existe clairement un lien d'interdépendance fonctionnelle entre les FST concernés dans les zones concernées.

Le troisième type d'ententes contractuelles peut exister lors du transport en gros de données. Certains FST (aussi appelés Telcos) se spécialisent dans le transport en gros et peuvent offrir leurs services à d'autres FST qui désirent transporter leurs données entre deux portions distantes

²⁴ Pour rappel, les sept catégories de FST sont les suivantes : (1) « Grands FST titulaires », (2) « Petits FST titulaires », (3) « FST titulaires exerçant ses activités hors territoire », (4) « Entreprises de distribution de radiodiffusion (EDR) par câbles », (5) « Entreprises de services publics », (6) « Autres entreprises » et (7) « Revendeurs » (CRTC, 2013), et sont décrites à la section 1.2.1.

²⁵ Pour rappel, les propriétaires d'infrastructures sont des acteurs de la chaîne de valeur du secteur des télécommunications (voir figure 1-1). Ils comprennent les cinq catégories suivantes à savoir (1) des coopératives ou Organismes sans but lucratif (OSBL), (2) des propriétaires de fibres noires, (3) des entreprises spécialisées dans la construction de pylônes, (4) des propriétaires de salles d'interconnexion et (5) des organisations qui possèdent un réseau de télécommunication pour leurs propres opérations et qui offrent de la capacité à certains clients. Les catégories de propriétaires d'infrastructures sont décrites en détail à la section 1.2.1.

de leur propre réseau ou dans une partie du territoire où ils ne possèdent pas leurs propres moyens d'infrastructures physiques. Les transporteurs régionaux et interurbains ou les transporteurs de données par satellites tels que Telesat en sont des exemples. Le projet SUNOQUE²⁶ qui a consisté à déployer deux câbles sous-marins entre les deux rives de l'estuaire du Saint-Laurent (Agence pour la diffusion de l'information technologique, 1999) illustre également une entente de fourniture de services entre FST pour le transport de données. Dans ce cas, Telus, un des partenaires du projet, offre un droit d'usage à Bell Canada (Wood, P., 2013). Pour ces ententes de transport de données, une partie physique du réseau d'un FST est « fournie » à un autre FST pour qu'il assure son service ce qui constitue une interdépendance fonctionnelle.

Finalement, le quatrième type d'ententes contractuelles peut exister lorsqu'un FST loue de l'infrastructure appartenant à des propriétaires d'infrastructures²⁷ pour fournir un service à des clients situés dans des zones éloignées ou à des clients situés dans des zones moins accessibles. Les ententes passées entre Télébec et deux Organismes sans but lucratif (OSBL), qui sont le Réseau de communications Eeyou²⁸ (RCE) et le Réseau intégré de communications électroniques

²⁶ Achevé au début des années 2000, le projet SUNOQUE a consisté en l'installation, sur le lit du fleuve Saint-Laurent, de deux liens de 156 km de fibres optiques (24 fibres optiques de 16 longueurs d'onde différentes) reliant les deux rives de l'estuaire maritime du fleuve Saint-Laurent (la Rive-Sud et la Côte-Nord) entre Rimouski et Baie-Comeau et entre Rimouski et Forestville. Québec-Tel, Hydro-Québec et IT-International Telecom étaient les principaux partenaires de ce projet qui aura permis aux populations visées d'accroître leur capacité de 2016 communications simultanées par canal micro-ondes à plus de 12,4 millions de communications simultanées par lien (Agence pour la diffusion de l'information technologique, 1999).

²⁷ Pour rappel, les propriétaires d'infrastructures sont des acteurs de la chaîne de valeur du secteur des télécommunications (voir figure 1-2). Ils comprennent les cinq catégories suivantes à savoir (1) des coopératives ou Organismes sans but lucratif (OSBL), (2) des propriétaires de fibres noires, (3) des entreprises spécialisées dans la construction de pylônes, (4) des propriétaires de salles d'interconnexion et (5) des organisations qui possèdent un réseau de télécommunication pour leurs propres opérations et qui offrent de la capacité à certains FST. Les catégories de propriétaires d'infrastructures sont décrites en détail à la section 1.2.1.

²⁸ Pour rappel, RCE est l'acronyme pour Réseau de communications Eeyou : un Organisme sans but lucratif (OSBL). Créé en 2000, RCE est une initiative de l'Administration régionale crie et de Développement économique Canada dont l'objectif était de brancher par Internet tous les bureaux de la région. Les travaux, entamés en 2009 et achevés en 2011, ont permis le déploiement d'un réseau régional à large bande sur fibres optiques qui dessert les communautés crie du Eeyou Istchee et les municipalités de la Baie James (Réseau de communications Eeyou, 2014).

des Îles-de-la-Madeleine²⁹ (RICEIM), sont des exemples de ce type d'ententes contractuelles entre FST et propriétaires d'infrastructures (Communication environmental and fisheries consultants limited, 2004 ; Réseau de communications Eeyou, 2014). Dans ce dernier type d'ententes, un FST utilise une partie physique de réseau d'une autre organisation pour fournir son service ce qui constitue une interdépendance fonctionnelle.

3.3.2 Interdépendances fonctionnelles dues aux interconnexions

Les interdépendances de type interconnexion sont celles nécessaires pour permettre aux clients d'un FST de communiquer avec les clients d'un autre FST.

Pour permettre cette interconnexion entre les réseaux de télécommunication des différents FST, certains équipements servent de lien entre les réseaux. Ces équipements (routeurs, commutateurs, etc.) sont les interfaces entre les réseaux et sont la plupart du temps localisés dans les grands centraux téléphoniques ou les grands centres d'opération des FST (central téléphonique, *Mobile telephone switchning office* [MTSO], téléport, tête de ligne, etc.). Des salles d'interconnexion entre FST, proposées par des entreprises telles que Cologix à Montréal, peuvent également servir de lieux d'interconnexion entre les FST (Cologix, 2015).

3.4 Interdépendances géographiques

Les interdépendances géographiques sont dues à la proximité géographique des infrastructures et elles se manifestent lorsqu'un équipement d'un réseau subit un dommage (défaillance) qui vient perturber un équipement d'un autre réseau situé à proximité et induire chez lui un dysfonctionnement plus ou moins sérieux (Peerenboom et al., 2002 ; Rinaldi et al., 2001 ; Robert et Morabito, 2010). Typiquement, le bris d'une conduite d'eau qui entraînerait l'inondation

²⁹ Pour rappel, le Réseau intégré de communications électroniques des Îles-de-la-Madeleine (RICEIM) est un Organisme sans but lucratif (OSBL) et promoteur du projet COGIM (Câbles optiques Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine). Le projet COGIM, achevé en 2004, est un projet proposé en remplacement à une ancienne technologie par liaisons micro-ondes entre les Îles et Cap Breton. Le projet COGIM a consisté à l'enfouissement, sous le lit du fleuve Saint-Laurent, de deux câbles optiques (l'un de 221 km et l'autre de 225 km) en redondance entre la Gaspésie (Anse-à-Beaufils) et les Îles de la Madeleine (Anse-à-Bourgot) afin d'assurer l'approvisionnement en service de télécommunications modernes aux habitants des Îles) (Communication environmental and fisheries consultants limited, 2004).

d'installations souterraines du réseau électrique et engendrerait des pertes de courant chez des utilisateurs sur des zones géographiques plus ou moins grandes constituerait une interdépendance géographique entre le réseau d'eau et le réseau électrique.

Dans le cas des FST, de nombreuses situations impliquent la colocalisation d'équipements appartenant à deux ou plusieurs FST. Par exemple, dans le cas d'une interconnexion entre deux FST comme décrite dans la section 3.3.2, certains équipements de chacun des deux FST se retrouvent dans le même bâtiment (un central téléphonique par exemple). Le partage de fibres optiques situées dans un même câble par plusieurs FST distincts est aussi une situation courante dans le secteur des télécommunications. Enfin, certaines fois, plusieurs FST se partagent un même poteau électrique pour y fixer leurs fibres optiques ou bien un même pylône (tour cellulaire) pour y fixer leurs antennes. Dans chacune de ces situations, des équipements de différents FST sont regroupés dans une même zone géographique restreinte.

Spontanément, cela nous porte à considérer la colocalisation d'équipements comme une forme d'interdépendance géographique entre FST, bien qu'une nuance importante soit à faire en regard de la définition d'une interdépendance géographique.

En effet, la colocalisation d'équipements de plusieurs FST correspond bien à une proximité des infrastructures comme décrit dans la définition d'interdépendance géographique, en revanche, c'est rarement la défaillance d'un équipement d'un FST qui va conduire la défaillance de l'équipement d'un autre FST à proximité, mais plutôt le fait que ceux-ci sont soumis aux mêmes aléas. Les équipements colocalisés de plusieurs FST vont donc plutôt subir en même temps les effets d'un même aléa. Par exemple, une rétrocaveuse qui, en creusant le sol, arracherait un câble de télécommunication, un incendie dans un central téléphonique dans lequel on retrouverait plusieurs équipements d'interconnexion entre les réseaux ou encore l'effondrement d'un pylône, d'un poteau ou de toute autre structure (ponts, édifices, etc.) sur laquelle on retrouverait plusieurs antennes de télécommunication ou plusieurs câbles appartenant à plusieurs réseaux sont autant d'exemples de situations qui conduiraient à la défaillance simultanée des équipements colocalisés de FST et qui seront considérés comme des interdépendances géographiques dans ce rapport.

3.5 Particularités territoriales

L'identification des types d'interdépendances fonctionnelles et géographiques entre les FST nous amène à considérer la question des particularités reliées au territoire.

Au Québec, et de manière plus générale au Canada, le territoire à desservir est immense et la population est surtout concentrée dans une zone est-ouest le long de la frontière avec les États-Unis. Des zones excentrées (zones éloignées) vers le nord existent et les liens vers les zones plus au sud sont plutôt des corridors. La superficie du territoire à desservir et la distribution spatiale de la population sur ce territoire ont une incidence directe sur la topologie physique des réseaux (et donc, leur déploiement sur le territoire), mais aussi sur les interdépendances qui peuvent exister entre les réseaux et les conséquences que peut engendrer la défaillance de certains nœuds bien précis. La figure 3-1 présente les différentes topologies de réseaux.

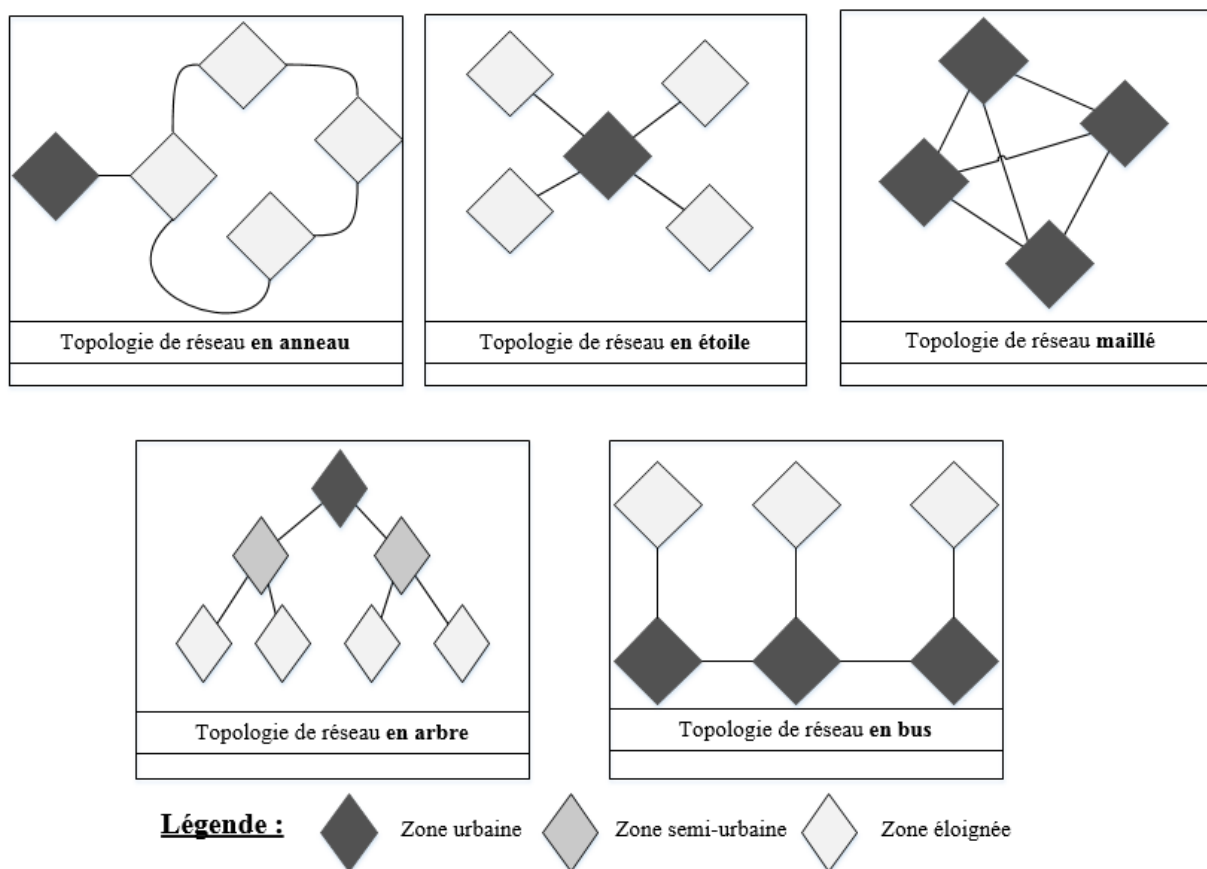


Figure 3-1 : Topologie des réseaux (adaptée de Pillou, s.d.)

D'une part, dans les zones urbaines, les réseaux ont davantage tendance à être très fortement maillés et donc plus résilients face aux défaillances et aux interdépendances en raison des multiples trajets que peuvent emprunter les communications. De plus, puisque le bassin de population à desservir est plus grand, et donc les revenus potentiels plus élevés, cela justifie normalement les investissements faits dans le déploiement d'infrastructures et d'équipements par chacun des réseaux. D'un point de vue « interdépendances fonctionnelles », les FST sont donc, *a priori*, moins dépendants fonctionnellement les uns des autres puisqu'ils sont en quelque sorte plus autonomes. Par contre, si l'on considère l'infrastructure globale de télécommunication, cette situation implique possiblement un plus grand nombre de points d'interconnexion dans les différents centres opérationnels des réseaux qui sont autant de points d'interdépendance fonctionnelle et géographique. Également, le bassin de population à desservir explique aussi qu'on y retrouve un nombre élevé de revendeurs et donc plusieurs relations de dépendances fonctionnelles entre ces acteurs et les FST propriétaires d'infrastructures. D'un point de vue

« interdépendances géographiques », vu la proximité des infrastructures et la multiplication des équipements de toutes sortes, dont principalement les fibres optiques ou les câbles, les zones urbaines sont plus propices à la multiplication des interdépendances géographiques. Cette situation est renforcée par le fait que dans les grandes zones urbaines comme Montréal, le déploiement de câbles passe souvent par un gestionnaire de l'infrastructure souterraine qui possède des conduites dans lesquelles un ensemble de fibres optiques appartenant à plusieurs FST peuvent se retrouver. À Montréal, c'est la Commission des services électriques de Montréal (CSEM) qui gère ce type de conduites (CSEM, s.d.). Cette situation fait en sorte que les fibres sont donc soumises aux mêmes aléas.

D'autre part, pour rejoindre une zone urbaine à une zone éloignée, l'investissement requis en infrastructures fait en sorte que le ratio coût/bénéfice ne justifie pas toujours cet investissement de la part des FST. La topologie du réseau pour lier les zones urbaines aux zones éloignées s'apparente donc davantage à un mélange de topologies en bus, en étoile, en anneau et/ou en arbre. Ces zones éloignées sont bien souvent alimentées par des liens uniques, parfois redondants, qui peuvent être à la fois filaires et/ou hertziens et qui souvent partent des centres urbains à proximité. Ces liens deviennent, par conséquent, de première importance pour les régions qu'ils desservent puisque leur bris peut engendrer une perte de communication complète de la région éloignée ou des régions éloignées selon le cas. Si plusieurs FST se partagent un même de ces liens uniques pour rejoindre une zone éloignée, par exemple dans le cas d'un partage de fibres optiques dans un même câble, on a affaire à une interdépendance géographique particulièrement critique.

La disparité au niveau des interdépendances entre, d'une part, les zones urbaines et, d'autre part, les liaisons entre zones urbaines et zones éloignées, mettent en avant le fait que la prise en considération de la localisation de la zone d'étude sur le territoire québécois sera à prendre en compte pour une étude des interdépendances entre FST.

Synthèse

Parmi les quatre catégories d'interdépendances entre infrastructures essentielles (interdépendances cybernétiques, logiques, fonctionnelles [ou physiques] et géographiques), seules les interdépendances fonctionnelles (ou physiques) et géographiques font l'objet de ces travaux de recherche. Dans le cas du secteur des télécommunications, ces deux catégories se déclinent en six sous-ensembles à savoir :

1. les ententes demandées par des Fournisseurs de services de télécommunication (FST) de la catégorie « Revendeurs » ;
2. les ententes dites d'itinérance ou de *roaming* ;
3. les ententes conclues entre FST concernant le transport de données ;
4. les ententes conclues entre des FST et des propriétaires d'infrastructures ;
5. les interconnexions entre FST ;
6. la colocalisation d'équipements de différentes FST.

Le dernier point soulevé par ce chapitre est l'importance de prendre en compte les particularités territoriales pour localiser les points d'interdépendance entre FST et évaluer les impacts de la défaillance de l'un de ces points. Ainsi, au Québec, selon que l'on se concentre sur l'étude des interdépendances dans une région éloignée ou sur l'île de Montréal, les types d'interdépendance qu'on y retrouve, leur nombre ainsi que les conséquences de la défaillance d'un point d'interdépendance sont amenés à varier.

CHAPITRE 4 FREINS AU PARTAGE D'INFORMATIONS

Cette partie sert à exposer principalement les barrières au partage d'informations entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST) à propos de leurs interdépendances et a été obtenu en interaction entre le *Centre risque & performance*, Industrie Canada et le Centre des services partagés du Québec grâce aux activités décrites au tableau 2-1. L'identification de ces freins permettra de mettre en exergue certaines caractéristiques que devra avoir un Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) dédié au partage d'informations entre FST concernant leurs interdépendances afin de faire disparaître ces freins au partage des informations. En effet, l'objectif de ce mémoire est, pour rappel, de faciliter la mise en place d'un tel CÉPI.

4.1 Accès difficile aux informations

L'accès difficile aux informations à partager est un premier frein au partage des informations entre les FST concernant leurs interdépendances. Cet accès est difficile pour six raisons principales qui sont exposées dans la suite de cette section.

Premièrement, dans la situation actuelle des choses, aucune organisation du secteur des télécommunications, qu'elle soit gouvernementale, publique, parapublique ou privée, n'a le mandat de faire une analyse globale des interdépendances (fonctionnelles et géographiques) entre les FST. Certes, il existe des initiatives à la fois au niveau opérationnel, tactique ou stratégique avec différents comités en place tels que le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec, l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU), le groupe de travail sur la Protection cybernétique des télécommunications canadiennes (groupe de travail sur la PCTC) ou le Comité consultatif canadien pour la sécurité des télécommunications (CCCST), mais aucune de ces initiatives a pour mandat spécifique d'analyser, de façon globale, les interdépendances (fonctionnelles et géographiques) entre les FST. Cette question du mandat est pourtant légitime. Comme expliqué dans la partie sur le contexte de recherche, l'évolution historique du secteur des télécommunications a fait en sorte que l'on est passé d'une situation de monopole à une situation de dérèglementation avec actuellement la présence au Canada de centaines de FST différents (CRTC, 2014a). Avec la multiplication du nombre de FST, la problématique des interdépendances entre eux est née. Aujourd'hui la nécessité d'un mandat pour travailler sur cette problématique est donc justifiée.

Au contraire, l'absence d'un mandat clairement établi rend, de soi, difficile l'accès aux informations nécessaires pour l'étude d'interdépendances puisque, dans ce cas, la question est de savoir qui est chargé d'une telle étude ?

Deuxièmement, un autre élément, qui rend difficile l'accès aux informations, est le caractère diffus des informations nécessaires pour une analyse globale des interdépendances entre FST. En effet, une telle analyse demande d'aller chercher des informations dans différentes organisations. Les organisations sont de plus en plus grosses et sont divisées en départements ou encore en multiples filiales ayant chacune leur forme d'indépendance fonctionnelle et s'occupant chacune d'un segment de marché spécifique. De ce fait, les informations peuvent être réparties dans ces différents services ou filiales. Il n'existe pas automatiquement un lieu unique où les informations seraient clairement stockées. Le fait que les informations ne soient ni toujours clairement répertoriées (qui détient l'information ?) ni toujours systématiquement répertoriées (absence d'un système de gestion documentaire) dans les différentes organisations ou dans les différents services et/ou filiales des organisations peuvent également compliquer encore davantage l'accès aux informations. Cette diffusion des informations, renforcée par le fait que les informations ne sont pas toujours ni clairement répertoriées ni systématiquement répertoriées, complique l'acquisition d'informations puisque le temps nécessaire pour collecter les informations s'en trouve augmenté, ce qui augmente également l'investissement nécessaire en ressources (humaines, matérielles, financières) pour la collecte d'informations.

Troisièmement, cette problématique d'accès aux informations à cause du caractère diffus des informations serait atténuée si la communication entre les différents départements et/ou différentes filiales étaient naturelles au sein des organisations. Autrement dit, si les différents services/filiales des organisations avaient pour habitude de s'échanger de l'information, le temps nécessaire pour collecter les informations serait réduit. Or, la culture des organisations peut être caractérisée de culture en silos. Une culture en silos signifie que certains départements et/ou filiales d'une même organisation sont réticents à échanger de l'information avec d'autres départements et/ou filiales de l'organisation. La culture en silos au sein des organisations renforce donc le fait que les informations sont diffuses au sein des organisations et donc que l'acquisition d'informations est difficile. Un investissement non négligeable en ressources

(humaines, matérielles, financières) est alors nécessaire pour la collecte des informations comme souligné au paragraphe précédent.

Quatrièmement, un autre point qui explique que l'accès aux informations est difficile est le fait que les ressources dédiées à la gestion des risques et aux mesures d'urgence dans les organisations (ressources qui seraient à même de fournir des informations sur les interdépendances) sont souvent limitées et déjà largement occupées par la gestion des pannes ou incidents qui peuvent affecter leur réseau. Si l'on ajoute à cela le fait que les situations de pannes liées aux interdépendances ne se produisent pas couramment, on peut aisément expliquer qu'une organisation n'investisse pas davantage de ressources à cette problématique. On fait alors face à un réel problème de ressources pour accéder aux informations.

Cinquièmement, l'information peut être détenue par une ou plusieurs personnes qui ont quitté l'organisation ou qui ont changé de services (retraite, démission, promotion, nouvel emploi, etc.). Ceci soulève toute la question de la gestion des connaissances tacites, de mémoire organisationnelle ou de transfert de connaissances. L'information peut « se perdre » suite au départ d'une partie du personnel des organisations.

Enfin, sixièmement, les changements organisationnels ou technologiques peuvent également rendre difficile l'accès aux informations. Des changements organisationnels peuvent amener de nouveaux projets, de nouvelles directives et, par conséquent, faire perdre l'intérêt des employés à une cause particulière comme celle des interdépendances entre FST. De même, en cas de changements technologiques, les employés peuvent être amenés à utiliser de nouveaux outils. Dans ce cas, la formation risque d'être mise en emphase sur le nouvel outil au détriment des outils existants. La pérennité de l'information peut alors être remise en cause dans le sens où de moins en moins de personnes auront à la manipuler régulièrement.

4.2 Sensibilité des informations

La sensibilité des informations est un frein majeur au partage d'informations entre FST au sujet de leurs interdépendances.

Plus particulièrement, certaines informations sont considérées comme confidentielles au sein des organisations. Cette confidentialité peut naître de plusieurs sources et fait en sorte qu'il est très difficile pour une organisation de partager ces informations avec d'autres.

Trois raisons principales qui expliquent la confidentialité de certaines informations sont présentées ici.

D'abord, certains contrats d'ententes de services passés entre un FST et ses clients (ex. : banque, hôpitaux, etc.) peuvent empêcher ces FST de divulguer à d'autres interlocuteurs (ex : d'autres FST) des informations concernant leurs réseaux.

Ensuite, les organisations peuvent souhaiter protéger certaines informations par des accords de confidentialité en raison du milieu concurrentiel par lequel est régi le secteur des télécommunications. Il y a une certaine méfiance des organisations à partager leurs informations avec des concurrents dans le sens où il n'est pas naturel pour une organisation de divulguer des informations avec un concurrent. La peur de perdre un avantage concurrentiel, des parts de marché ou de voir une de ses orientations stratégiques divulguées est toujours présente et peut freiner les fournisseurs de services de télécommunication à se partager de l'information au sujet de leurs interdépendances.

Enfin, dans le contexte sécuritaire actuel, certaines informations sont également confidentielles en raison des risques liés à la divulgation de celles-ci (Robert et Morabito, 2010). En effet, la divulgation d'une information peut représenter une vulnérabilité supplémentaire pour un réseau si cette information n'est pas convenablement protégée ou bien si elle est utilisée à mauvais escient, surtout lorsque cette information peut concerner la vulnérabilité de certaines infrastructures. Par exemple, la connaissance de la localisation précise d'un central téléphonique particulièrement critique pour un FST peut représenter un réel danger pour celui-ci si cette information est utilisée à son encontre. De plus, à l'échelle de l'ensemble des FST, une analyse globale des interdépendances entre eux implique la mise en commun d'informations provenant de différentes organisations. Or, la mise en commun de plusieurs informations qui ne sont *a priori* pas confidentielles peut conduire à l'obtention d'une information globale qui peut devenir confidentielle, car hautement critique et donc représenter un risque réel si elle est divulguée.

4.3 Complexité des informations

Un autre frein au partage d'informations entre FST au sujet de leurs interdépendances est lié à la complexité des informations.

En effet, les systèmes de télécommunications sont extrêmement complexes et automatisés. La réaction du système dans certaines situations peut donc être difficilement prévisible. Par exemple, en réaction à un même déclencheur, un même système peut réagir différemment selon la configuration du réseau à un moment précis et son utilisation à ce moment, si bien qu'on ne peut pas dire qu'elles seront les conséquences associées à tel ou tel autre aléa sans faire des analyses plus poussées. Dans ces circonstances, la mauvaise interprétation d'une donnée technique peut mener à des conclusions erronées au niveau des analyses d'interdépendances entre FST. Les FST impliqués pourraient alors être tenus responsables ce qui est, évidemment, une situation non souhaitée.

4.4 Méconnaissance des informations

Pour finir, une dernière difficulté relativement au partage d'informations entre les fournisseurs de services de télécommunication au sujet de leurs interdépendances est la méconnaissance des informations.

En raison de la forte demande pour des services de plus en plus complets et de plus en plus exigeants envers les clients, le secteur des télécommunications est un secteur marqué par une évolution technologique extrêmement rapide. Dans ces circonstances, une très grande partie de l'énergie des organisations est dédiée à l'accroissement de la performance des réseaux et à leur déploiement. Cette situation fait en sorte que l'implantation de nouvelles technologies, de nouveaux équipements ou même de mises à jour n'est pas toujours précédée par une étude systématique des effets de ces changements sur le fonctionnement du réseau lui-même, mais aussi sur le fonctionnement des équipements des autres réseaux. La rapidité à laquelle s'effectuent ces changements fait en sorte qu'il est difficile de tous les suivre. Il s'ensuit donc une certaine « perte de maîtrise » de l'information qui, même si elle peut être minime à chaque fois, s'incrémente au fur et à mesure que l'infrastructure évolue, se modernise et se complexifie.

Synthèse

La figure 4-1 ci-dessous résume les différents freins au partage d'informations présentées dans le chapitre.

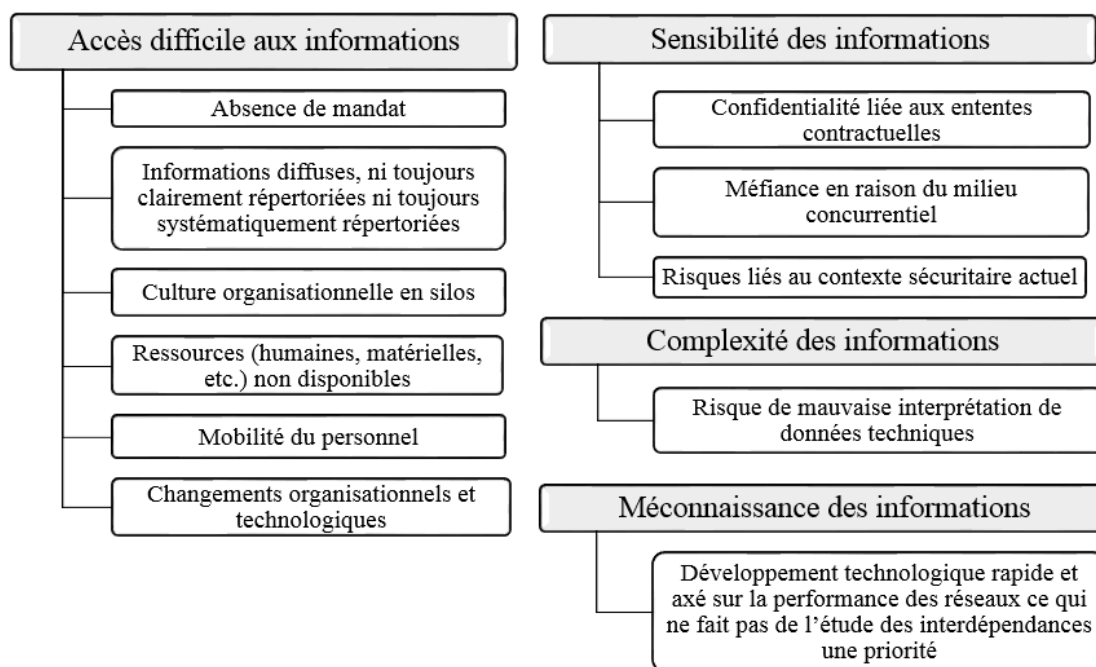


Figure 4-1 : Freins au partage d'informations

CHAPITRE 5 OBJECTIF ET GAINS DU CADRE D'ÉCHANGE ET DE PARTAGE D'INFORMATIONS

Suite aux exercices de la série Simba-Nicky, le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec recommande que « les entreprises propriétaires d'infrastructures communes initient des discussions sur l'identification des sites conjoints et l'identification des impacts et effets domino d'une destruction partielle ou totale de ceux-ci » (CRTU, 2013). Ces travaux de maîtrise s'inscrivent dans le cadre de cette recommandation et visent à définir les conditions qui favoriseront la mise en place d'un Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) dédié à l'étude des interdépendances entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST). Cette section cherche donc à préciser quel est l'objectif et quels sont les gains attendus par la création d'un CÉPI entre FST interdépendants. La première partie de ce chapitre rappelle quel est l'objectif du CÉPI et quelles sont les quatre catégories de gains qui en découlent. La deuxième partie présente le détail des gains associés à chacune des quatre catégories. Le contenu de ce chapitre a été obtenu en interaction entre le *Centre risque & performance*, Industrie Canada et le Centre des services partagés du Québec grâce aux activités décrites au tableau 2-1.

5.1 Rappel de l'objectif du cadre et catégories de gains

L'objectif premier du CÉPI est de faciliter la localisation des Points d'interdépendance (PI) entre FST et l'identification des FST qui y sont impliqués en permettant le partage d'informations entre les FST. La localisation des PI et l'identification des FST qui y sont impliqués consistent, dans un premier temps, à repérer géographiquement des PI, caractériser le type d'interdépendance associé à ce point (revente, transport, interconnexion, etc.) et identifier le nom des FST qui y sont impliqués.

Dans un second temps, des analyses plus fines pourraient être menées pour répondre à la seconde partie de la recommandation du CRTU à savoir « l'identification des impacts et effets domino d'une destruction partielle ou totale » de ces PI (CRTU, 2013). Pour cette seconde série d'analyses, de nouvelles informations seraient à intégrer au CÉPI comme par exemple, des précisions sur les équipements utilisés par les FST dans les PI ou sur les mesures de protection déjà en place par ces FST sur ces PI.

Il est important de noter que le CÉPI n'a pas pour finalité de réaliser les analyses techniques qui permettront la localisation des PI entre FST et l'identification des FST qui y sont impliqués. En revanche, ces analyses techniques seront réalisées avec les informations mises à disposition par les FST grâce au CÉPI.

De l'objectif du CÉPI qui, rappelons-le, consiste à faciliter la localisation des PI entre FST et l'identification des FST qui y sont impliqués, découle quatre catégories de gains comme représentés sur la figure 5-1.

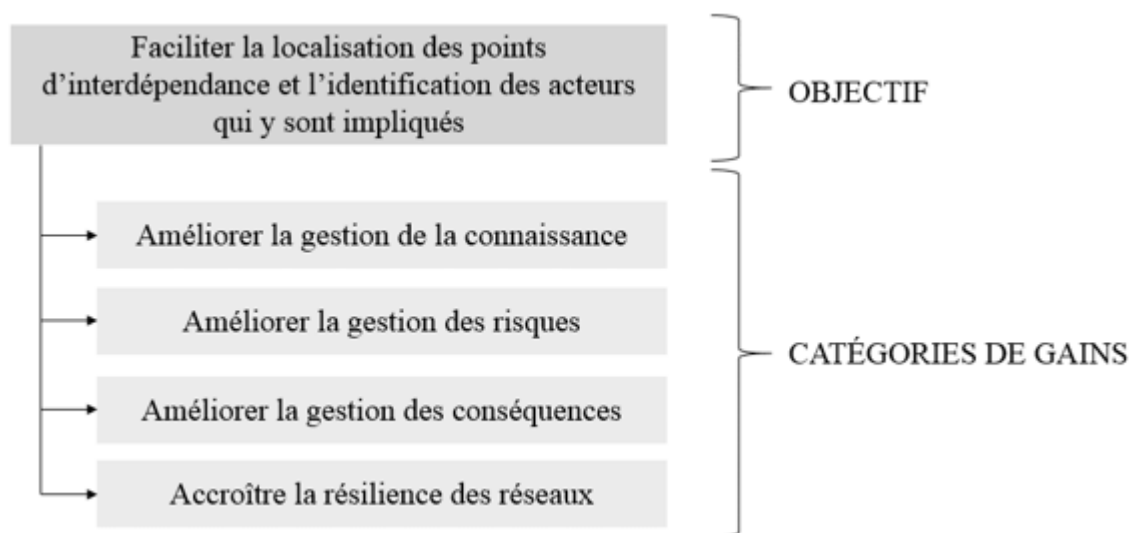


Figure 5-1 : Objectif et catégories de gains du cadre d'échange et de partage d'informations

La mise en place d'un CÉPI dans le secteur des télécommunications permettra d'améliorer la gestion des connaissances reliées aux interdépendances. Par exemple, au cours des exercices Simba-Nicky, le CRTU a « mis en lumière le partage de plusieurs infrastructures communes entre les entreprises de télécommunication et qu'aucune entreprise n'a de connaissances globales des utilisateurs de ces infrastructures » (CRTU, 2013). Les analyses techniques qui découleront du CÉPI et qui permettront l'identification des FST impliqués aux PI augmenteront donc le niveau de ces connaissances. Cependant, la gestion des connaissances désigne une notion complexe qui intègre plusieurs composantes comme l'accroissement des connaissances, mais aussi leur mise à jour ou encore leur transfert. La section 5.2 détaille ce qui est entendu par l'amélioration de la gestion des connaissances.

La mise en place d'un CÉPI dans le secteur des télécommunications permettra d'améliorer la gestion des risques reliés aux interdépendances entre les FST. De façon générale, la gestion des risques consiste à prendre des décisions au sujet de situations potentielles pouvant porter atteinte à la réalisation des objectifs d'une organisation. L'organisation en question souhaite donc à tout prix éviter de telles situations ou du moins atténuer leurs conséquences. Il est alors décidé de mettre en place un certain nombre de mesures de protection et de mitigation face à ces situations. La section 5.3 détaille ce qui est entendu plus précisément par gestion des risques dans le cadre de l'étude.

La troisième voie d'amélioration qui sera permise par le CÉPI concerne la gestion des conséquences en cas d'incidents à proximité de PI entre FST. Par incident, on distingue trois types de perturbations distinctes. Ces trois types de perturbations sont explicités dans la section suivante. Ce qui est entendu par gestion des conséquences est aussi présenté dans la section 5.4.

Enfin, la création d'un CÉPI dédié au partage d'informations sur les interdépendances entre FST permettra d'accroître la résilience des réseaux de télécommunication. D'après le ministère de la Sécurité publique au Québec, la résilience est définie comme « l'aptitude d'un système à maintenir ou à rétablir un niveau de fonctionnement acceptable malgré des perturbations ou des défaillances » (Sécurité Publique du Québec, 2009). La section 5.5 décrit comment cette aptitude se traduira concernant les FST et leurs PI.

5.2 Améliorer la gestion des connaissances

Le CÉPI permettra d'améliorer la gestion des connaissances selon quatre volets :

1. Accroître les connaissances sur les interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunication

Les exercices menés par le CRTU du Québec ont permis d'identifier, de façon ponctuelle, des PI entre FST. Toutefois, il n'existe pas, actuellement, de portrait global clair des PI entre FST, bien que ces PI soient nombreux. Le CÉPI permettra, lui, d'accroître les connaissances sur les interdépendances entre FST en systématisant la localisation des PI entre FST ainsi que l'identification des FST impliqués sur ces points.

De plus, comme mentionné au chapitre précédent, le fait que l'information à échanger soit diffuse (contexte multi-organisationnel, nombreux départements/filiales et culture en silos) rend difficile

l'accès aux informations et donc freine le partage d'informations. Au contraire, le CÉPI permettra de centraliser et standardiser l'information donc de rendre l'information plus accessible pour réaliser des analyses liées aux interdépendances entre FST. Par ces analyses, permises grâce au CÉPI, les connaissances sur les interdépendances entre FST seront accrues. Par exemple, dans certains cas, grâce aux analyses menées, des métaconnaissances pourront être mises en lumière. Par métaconnaissance, il est entendu une connaissance qui ne peut être déterminée qu'en mettant en commun les connaissances de plusieurs personnes d'une même organisation ou de plusieurs organisations. Par exemple, dans le cas où un FST A propriétaire d'un câble composé de multiples fibres optiques a passé un contrat de revente avec un FST B pour une partie des fibres et un contrat de transport avec un FST C pour une autre partie des fibres, la connaissance pour B qu'il est interdépendant avec C en ce point spécifique ne peut être révéler qu'après la mise en commun de connaissances détenues par A ou par B et C.

2. Faciliter le transfert de la connaissance dans un contexte de mobilité du personnel dans les organisations

Ce deuxième volet de l'amélioration des connaissances permises par le CÉPI répond directement au problème d'accès aux informations lié au contexte de mobilité du personnel (retraite, changement d'emploi, promotion, etc.) identifié comme un frein au partage d'informations au chapitre précédent. En effet, le partage d'informations par le biais d'un cadre bien défini permettra une formalisation du savoir. De même, les résultats des analyses techniques effectuées pour localiser les PI et identifier les FST qui y sont impliqués seront des données tangibles dans le sens où elles pourront faire l'objet de rapports. Cette formalisation du savoir facilitera sa pérennité, et ce quel que soit les changements de personnel au sein des organisations de chaque FST.

3. Faciliter l'identification des répercussions potentielles d'un changement organisationnel

Ce troisième volet de l'amélioration des connaissances permises par le CÉPI répond directement au problème d'accès aux informations lié au contexte de changements organisationnels énoncé comme un frein au partage d'informations au chapitre précédent. Des informations sur la localisation géographique des PI ainsi que sur le nom des FST qui y sont impliqués seront incorporées dans le CÉPI. Ainsi, en cas de fusion ou de retrait d'un FST sur le marché, qui sont

deux changements organisationnels, la mise à jour des informations concernant la localisation géographique des PI, ainsi que le nom des FST qui y sont impliqués, sera facilitée grâce au CÉPI.

4. Faciliter l'identification des répercussions potentielles de tout changement technologique

Ce dernier point qui participe à l'amélioration de la gestion des connaissances répond au problème d'accès aux informations lié au contexte de changements technologiques, ainsi qu'au problème de la méconnaissance des informations énoncées comme deux freins au partage d'informations au chapitre précédent. En effet, si des informations sur les équipements et technologies utilisées aux PI sont incorporées dans le CÉPI, la mise à jour des informations concernant ces équipements et ces technologies sera simplifiée. Ce principe est similaire à celui exposé précédemment au sujet des changements organisationnels.

5.3 Améliorer la gestion des risques

Dans le cadre de cette étude, on désigne par gestion des risques l'ensemble des décisions prises par les FST concernant des mesures de protection et de mitigation face à la défaillance éventuelle de leurs PI³⁰.

Le Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) permettra l'amélioration de la gestion des risques selon deux volets :

1. Faciliter l'identification des points d'interdépendance où des mesures de protection ou de mitigation sont souhaitables

La série d'analyses que le CÉPI favorisera facilitera la localisation des PI les plus vulnérables et critique en termes d'impacts sur la société suite à une défaillance de ces derniers. Ce repérage des points les plus à risque guidera le choix des FST pour mettre en place des mesures de protection ou de mitigation adaptées.

³⁰ La définition de la gestion des risques utilisée est tirée de la norme ISO 31000 qui définit la gestion (management) des risques comme les « activités coordonnées dans le but de diriger et de piloter un organisme vis-à-vis du risque », le risque étant lui-même défini dans cette même norme comme « l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs » (International Organization for Standardization, 2009). Cette définition a été adaptée au contexte de l'étude.

2. Faciliter la gestion des perturbations impliquant plusieurs organisations

Pour que les différents FST impliqués sur un même PI réagissent au mieux face à une perturbation sur leur PI, un travail de planification est indispensable pour coordonner au mieux les actions des différents intervenants. En phase de planification face à une perturbation, la localisation des PI obtenue par le CÉPI ainsi que l'identification des FST qui sont impliqués sur ces PI, permettra d'identifier les acteurs à faire travailler les uns avec les autres pour réduire l'impact d'une perturbation sur les infrastructures qu'ils ont en commun. La coordination des différents plans de mesures d'urgence des organisations pourrait par exemple être testée par les acteurs identifiés.

5.4 Améliorer la gestion des conséquences

La gestion des conséquences concerne trois types de perturbations :

1. les perturbations prévues comme, par exemple les opérations de maintenance planifiées sur les réseaux ;
2. les perturbations imprévues évolutives comme, par exemple, un feu de forêt ;
3. les perturbations imprévues et soudaines comme, par exemple, une défaillance immédiate d'un Point d'interdépendance (PI) pour une raison quelconque (bris d'équipement, incendie, etc.).

Le Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) permettra l'amélioration de la gestion des conséquences de ces trois types de perturbations selon trois volets :

1. Faciliter l'identification des fournisseurs de services de télécommunication à alerter

Ce gain est pertinent pour les deux premiers types de perturbations décrites ci-dessus à savoir les perturbations prévues (ex. : maintenance) et les perturbations imprévues évolutives (ex. : feu de forêt). En effet, face à ces deux premiers types de perturbations, une attitude proactive peut être adoptée, c'est-à-dire que les conséquences de ces perturbations peuvent être anticipées et les FST ont généralement un temps devant eux pour se préparer et prendre des décisions. Ainsi, si une perturbation prévue ou imprévue évolutive devient menaçante pour un Point d'interdépendance (PI), l'identification des FST qui y sont impliqués réalisées au préalable grâce aux analyses tirées du CÉPI, aidera à prévenir les FST concernés par une défaillance potentielle de leur PI. Ces FST

pourront alors prendre les mesures nécessaires pour gérer au mieux la perturbation. Dans le cas d'une perturbation imprévue et soudaine (ex. : incendie d'un central téléphonique), qui correspond au troisième type de perturbation identifié, la notion d'alerte grâce au CÉPI ne s'applique pas, car la défaillance du PI serait immédiatement constatée par les FST impliqués sur ce point.

2. Faciliter l'évaluation de la criticité d'une situation suite à une perturbation

Évaluer la criticité d'une situation suite à une perturbation signifie mesurer les conséquences potentielles d'une perturbation. D'une part, ce gain est valable pour les deux premiers types de perturbations décrites ci-dessus à savoir les perturbations prévues (ex. : maintenance) et les perturbations imprévues évolutives (ex. : feu de forêt). En effet, si une perturbation prévue ou imprévue évolutive menace, la présence de PI dans la zone d'impact de la perturbation pourra être détectée grâce à la localisation préalable des PI et des FST qui y sont impliqués. Les FST impliqués au PI menacé seront alors en mesure de lister la présence d'actifs critiques dans la zone desservie par le PI en question ou encore la quantité de clients ou de services essentiels desservis par le PI. Ainsi l'évaluation de la criticité d'une situation de sinistre en ce qui concerne le secteur des télécommunications sera possible grâce aux analyses qui découlent des informations échangées dans le CÉPI. D'autre part, l'évaluation de la criticité d'une situation s'applique aussi pour le troisième type de perturbation identifié à savoir les perturbations imprévues et soudaines (ex. : incendie d'un central téléphonique). En effet, il est important de prévoir les impacts potentiels le plus vite possible avant que les organisations touchées ne se manifestent. Les analyses réalisées grâce au CÉPI, en anticipation des perturbations, seront alors être d'une grande aide si une perturbation se concrétise.

3. Faciliter l'identification des bouclages possibles dans la zone affectée

En cas de perturbations sur un réseau de télécommunications, il peut être possible d'établir d'autres voies de communication voire de réaliser des liaisons physiques temporaires via les centres de contrôle des réseaux. Le fait de connaître le nom des Fournisseurs de services de télécommunications (FST) présents dans la zone potentiellement affectée par la perturbation (grâce aux analyses qui découlent du CÉPI) pourra faciliter l'identification de bouclages possibles.

5.5 Accroître la résilience des réseaux de télécommunication

Cette dernière catégorie de gains concerne un horizon à plus long terme que les quatre catégories de gains déjà décrites (améliorer la gestion de la connaissance, améliorer la gestion des risques, améliorer la gestion des conséquences et accroître la résilience). Le CÉPI permettra d'accroître la résilience des RT selon trois volets :

1. Développer une culture de gestion des risques en prenant en compte les interdépendances

À long terme, au fur et à mesure des travaux permettant le partage d'informations concernant les PI entre FST, la prise en compte des interdépendances dans la gestion des risques deviendra de plus en plus systématique pour les différentes organisations qui partagent de l'information par le biais du CÉPI. En ce sens, la considération des interdépendances dans le processus de gestion des risques deviendra une valeur commune à plusieurs FST. On parle alors de culture organisationnelle ou plutôt dans ce cas de culture multi-organisationnelle.

2. Faciliter l'identification de mécanismes de redondance potentiels au niveau des points d'interdépendance

La redondance signifie modifier les réseaux de télécommunications par l'ajout de nouveaux liens physiques. Au fur et à mesure des analyses menées grâce au CÉPI concernant les PI, certains d'entre eux pourront être considérés comme plus critiques et des mesures de redondance pourront être proposées pour renforcer ces points.

3. Accroître la robustesse des points d'interdépendance

Peu à peu, grâce aux mesures de protection et de redondance prises sur les PI grâce au CÉPI, la robustesse des PI autrement dit leur capacité à résister à des perturbations sera renforcée.

Synthèse

L'objectif premier du Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) est de faciliter la localisation des Points d'interdépendance (PI) et des Fournisseurs de services de télécommunication (FST) qui y sont impliqués. Les gains attendus du CÉPI, ainsi que les quatre catégories de gains dont ils découlent, sont représentés sur la figure 5-2 ci-dessous.

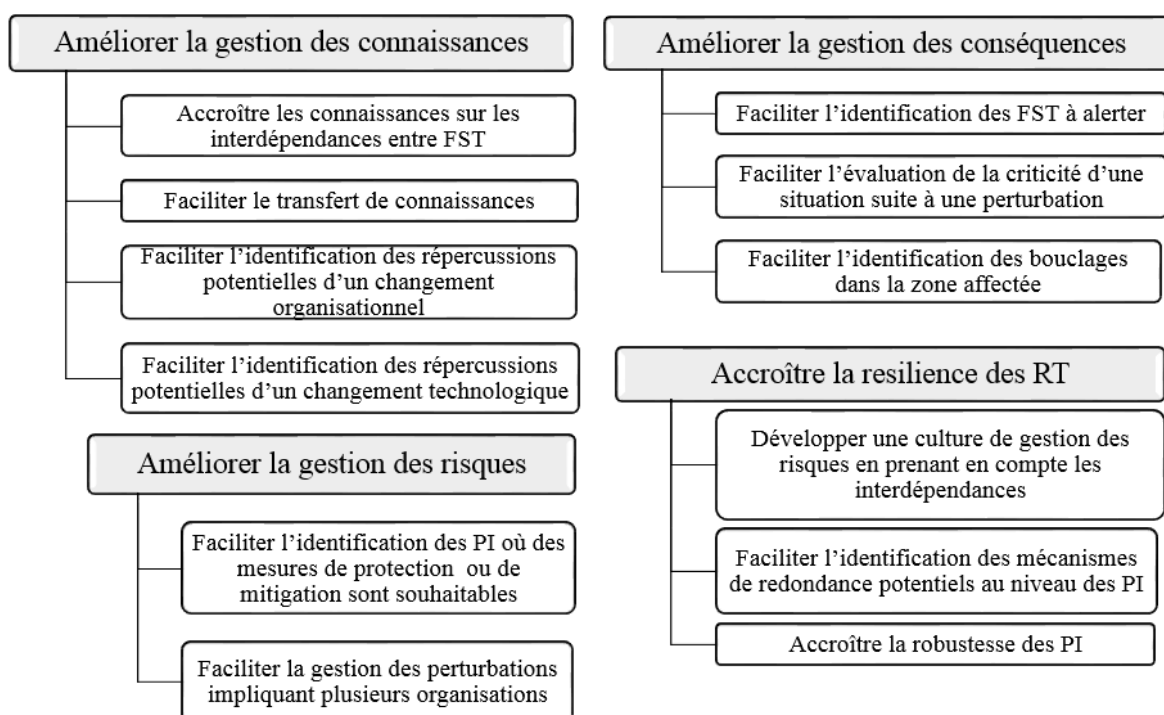


Figure 5-2 : Gains attendus par le cadre d'échange et de partage d'informations

CHAPITRE 6 MODALITÉS À RESPECTER

Définis dans les deux chapitres précédents, les freins au partage d'informations ainsi que les gains attendus du Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) permettent d'identifier certaines modalités que devra posséder le CÉPI qui sera proposé aux organisations du secteur des télécommunications. Ces modalités doivent permettre de contourner les freins à l'échange des informations et d'aller dans le sens des gains espérés par le CÉPI. Pour rappel, les quatre catégories de freins au partage d'informations identifiées sont : (1) l'accès difficile aux informations (2) la sensibilité des informations (3) la complexité des informations et (4) la méconnaissance des informations. Les quatre catégories de gains espérés sont, elles : (1) améliorer la gestion des connaissances (2) améliorer la gestion des risques (3) améliorer la gestion des conséquences et (4) accroître la résilience des réseaux. Comme pour les trois chapitres précédent, le contenu de ce chapitre a été obtenu en interaction entre le *Centre risque & performance*, Industrie Canada et le Centre des services partagés du Québec grâce aux activités décrites au tableau 2-1.

6.1 Faciliter l'accès aux informations

L'absence de mandat a été considérée comme une première raison de la difficulté d'accès aux informations. Ainsi, pour pallier à la difficulté d'accès aux informations, la formulation du CÉPI devra clairement établir le mandat visé, autrement dit l'objectif à atteindre ainsi que l'organisation (ou les organisations, ou un comité d'organisations) responsable de mener à bien la mission qui lui aura été confiée.

Le caractère diffus de l'information dans les organisations a également été mis en avant comme une raison à la difficulté d'accès aux informations. Ce caractère diffus des informations entraîne, en effet, un temps non négligeable pour collecter l'information et donc un investissement en ressources (humaines, matérielles, etc.) conséquent. Pour cette raison, pendant toute l'élaboration du CÉPI, il s'agit de se rappeler que les informations proposées pour être intégrées au CÉPI devront être ciblées, justifiées et minimisées. Autrement dit, toute surinformation devra être évitée pour ne pas surcharger les organisations en demande d'information. En se concentrant sur des informations bien précises et ciblées, les temps de collecte, d'analyse et de mise à jour par exemple s'en trouveront minimisés.

Le CÉPI devra également être durable. En effet, la pérennité du CÉPI devra compenser d'éventuels départs à la retraite, mais aussi de nouvelles arrivées de personnel ou des changements technologiques et organisationnels, qui ont tous été identifiés comme des raisons de la difficulté d'accès aux informations dans le chapitre qui expose les freins au partage d'informations.

6.2 Respecter la sensibilité des informations

Évidemment, tous les échanges de données et les transferts des résultats des analyses d'interdépendances devront respecter les politiques de confidentialité des organisations.

De plus, un processus devra permettre une protection adéquate de l'information afin de répondre à certaines craintes des organisations quant à voir leurs vulnérabilités divulguées ou leurs données et informations piratées.

Puisque le but du CÉPI n'est pas de déterminer les vulnérabilités individuelles des réseaux, mais plutôt de déterminer les vulnérabilités des points d'interdépendance (vulnérabilités multi-organisationnelles), aucune information au sujet des vulnérabilités propre à un réseau ne devrait être exigée par le CÉPI. Ainsi, une information ne pourra être demandée que si son utilité est avérée pour mener éventuellement des analyses d'interdépendances qui permettraient un gain pour les organisations concernées par ces interdépendances et non pour mettre en lumière la vulnérabilité d'une organisation.

6.3 Se baser sur des résultats d'expertises

La complexité des informations concernant les réseaux de télécommunications a été jugée comme étant un frein au partage d'informations. En effet, au vu de la complexité des informations concernant les réseaux de télécommunications, une information peut être mal interprétée. Or, l'interprétation erronée d'une donnée technique provenant d'un réseau peut conduire à des analyses fausses.

Pour cette raison, chaque demande d'information devra être traitée à l'interne d'une organisation et seulement le résultat d'une analyse doit être partagé à l'intérieur du CÉPI. En faisant en sorte que toutes les analyses se fassent à l'intérieur même des organisations, on évite le risque

d'interprétation erronée des données, on évite de manipuler des données confidentielles qui servent à obtenir les résultats des analyses souhaitées et l'on diminue du même coup la quantité d'information à collecter, et éventuellement à mettre à jour dans le CÉPI. De même, tout résultat d'analyse devra être validé par les organisations concernées à l'interne.

6.4 Être flexible

La flexibilité du CÉPI est une modalité à respecter par le CÉPI pour plusieurs raisons.

D'abord, la difficulté d'accès à certaines informations, la méconnaissance de certaines informations en raison du développement technologique axé sur la performance des réseaux, ainsi que la sensibilité des informations ont été identifiées comme trois freins au partage d'informations. Ces deux freins doivent se traduire par la capacité du CÉPI à travailler avec des informations manquantes ou imprécises. Pour cela, le CÉPI devra être assez flexible pour proposer des résultats d'analyses pertinents mêmes avec des informations manquantes ou imprécises.

De plus, la complexité des informations est une raison de plus pour laquelle le CÉPI devra être flexible. Les premières analyses à réaliser devront être simples et permettre de mettre en avant de premiers résultats en termes de gains attendus par les organisations du milieu ce qui convaincra les FST de partager davantage d'informations et donc de réaliser des analyses plus complexes. La quantité d'analyses incluses dans le CÉPI augmentera alors en même temps que le niveau d'analyse se complexifiera. Le CÉPI devra donc être assez flexible pour intégrer ces nouvelles analyses.

Enfin, le CÉPI doit pouvoir s'étendre à d'autres régions que le Québec. Or, on peut faire l'hypothèse que les réseaux de télécommunications dans ces régions possèdent des caractéristiques différentes au niveau de leur point d'interconnexion, ce qui amènerait à adapter le CÉPI pour l'étude des interdépendances dans ces régions. Là encore, le CÉPI devra donc être créé en gardant à l'esprit qu'il devra être flexible.

Synthèse

La figure 6-1 ci-dessous résume les modalités à respecter par le Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) dédié à l'étude des interdépendances entre fournisseurs de services de télécommunication.

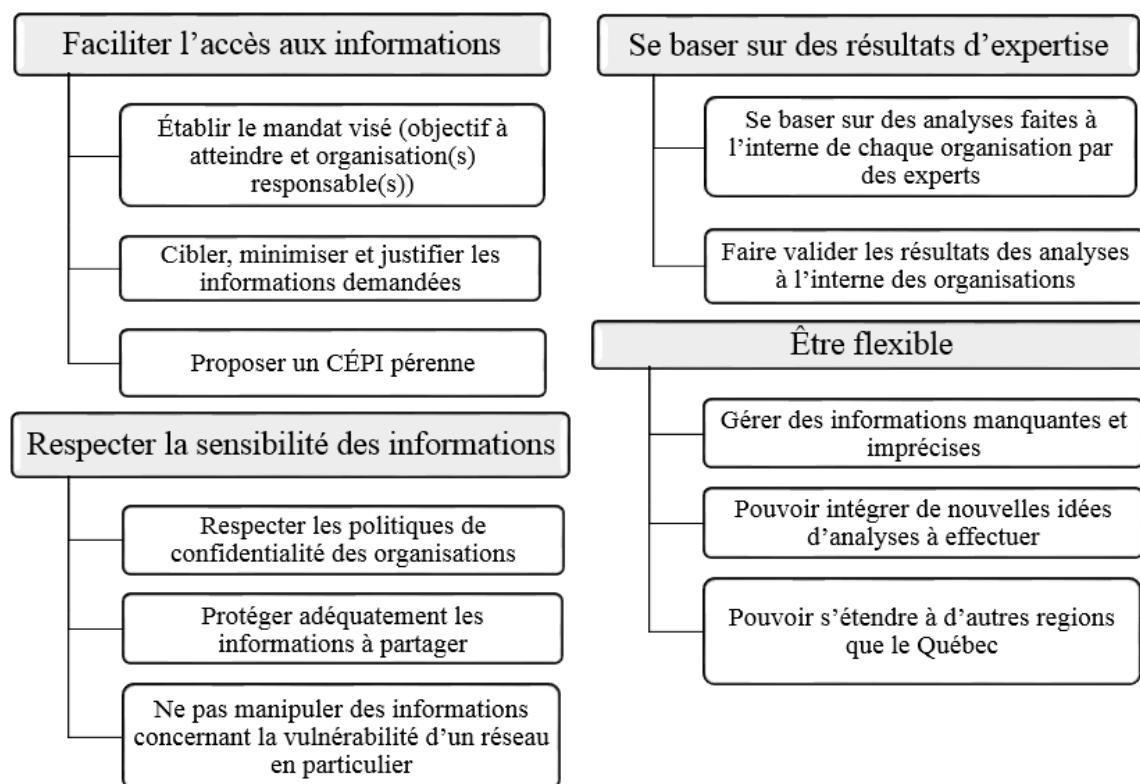


Figure 6-1 : Modalités à respecter par le cadre d'échange et de partage d'informations

CHAPITRE 7 VALIDATION DES RÉSULTATS

Dans le cadre de la recherche-action entreprise dans ce projet, la caractérisation des interdépendances entre FST, les freins au partage d'informations, l'objectif et les gains attendus du CÉPI ainsi que les modalités d'implantation d'un CÉPI ont été présentés à deux comités du secteur des télécommunications : le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec et l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU). Ce chapitre synthétise l'avis des membres de ces deux comités sur les travaux réalisés.

7.1 Commentaires lors de rencontres avec deux comités de télécommunicateurs

Cette partie évoque, de façon exhaustive, les commentaires recensés lors des rencontres avec le CRTU du Québec et l'ACPTU.

7.1.1 Commentaires du premier comité rencontré

Le premier comité rencontré est le CRTU du Québec le 21 mai 2015.

Suite à la présentation des travaux, il a tout d'abord été signalé que beaucoup de projets demandent aux organisations du secteur des télécommunications de partager de l'information. Cependant, tous ces projets peuvent être confrontés à la problématique des freins au partage d'informations par les Fournisseurs de services de télécommunication (FST). En ce sens, le projet proposé ici a été jugé intéressant.

La nécessité d'un leadership fort a également été évoquée. Autrement, le risque de désuétude du projet est grand, car il n'y aura plus de ressources pour mettre à jour les informations par exemple. Or, un tel projet demande des mises à jour fréquentes tant le secteur est évolutif d'un point de vue aussi bien technologique qu'organisationnel. D'autre part, les membres du *Centre risque & performance* (CRP) ont été questionnés au sujet de ce leadership pour savoir qui prendrait la direction d'un tel projet. Cette remarque fera l'objet de recommandations dans le chapitre suivant.

Toujours dans un souci d'avoir des réponses plus concrètes, des questions sont survenues sur le genre d'informations qui serait recherché précisément et jusqu'à quel niveau de précision le

projet compte aller. Sur ce point, le niveau de précision final qu'on souhaite atteindre n'est pas encore déterminé. Il faut bien comprendre que le cadre se doit d'être évolutif et doit pouvoir s'adapter à des niveaux variables de précision selon les organisations et leurs politiques de confidentialité par exemple. Une fois que de premières informations (nom d'organisation dans une zone, localisation des Points d'interdépendance [PI], évaluation de la sensibilité des PI, identification des PI les plus critiques, etc.) seront échangées, l'enjeu sera de prouver aux organisations du milieu qu'on peut aller plus loin en demandant à nouveau des informations plus précises et ciblées pour répondre à d'autres problématiques. Une recommandation quant à la structure à donner au CÉPI sera faite dans le chapitre suivant pour illustrer la flexibilité que le CÉPI devra avoir.

7.1.2 Commentaires du second comité rencontré

Le second comité rencontré est l'ACPTU le 27 mai 2015.

D'une part, suite à la présentation des travaux, la recommandation émise par le CRTU suite à la réalisation des exercices de la série Simba-Nicky ne semblait pas bien connue par tous les membres de l'ACPTU. En effet, il a été fait la remarque que s'il n'y a eu que des initiatives et pas de mandat jusqu'à présent concernant l'étude des interdépendances entre Fournisseurs de services de télécommunications (FST), c'était peut-être parce qu'une telle étude n'était pas justifiée. Il a également été expliqué que le problème des interdépendances relevait actuellement de l'« Incident management » (gestion des incidents qui affectent les organisations couramment) donc de quelque chose d'opérationnel et non du « Disaster recovery management » (gestion des situations de catastrophes) qui est plus stratégique, car, selon les personnes présentes, ils n'y auraient pas réellement eu jusqu'à présent (au Canada, du moins) d'évènements ayant eu pour effet des conséquences majeures sur les réseaux de télécommunication et la société. Cette remarque s'aligne avec la remarque précédente pour tenter de justifier qu'ils n'y aient pas de réalisations spécifiquement dédiées à l'étude des interdépendances entre FST. Ces deux remarques viennent encore davantage renforcer l'idée de justifier les gains potentiels du Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) pour convaincre les FST de l'importance de l'étude. Toujours à propos du mandat, il a toutefois été mentionné, lors de la présentation devant l'ACPTU que ce mandat pourrait très bien être intégré au sein d'un des comités déjà en place pour éviter de dupliquer l'existant. Ce commentaire sera pris en compte lors des

recommandations relatives au CÉPI et à la structure organisationnelle (cadre de gouvernance) qui supportera le CÉPI qui est présenté au chapitre suivant.

D'autre part, au moment où les freins liés à la sensibilité des informations ont été présentés, il a été mentionné le fait que la mise en commun de certaines informations pouvait amener à de nouvelles connaissances (métaconnaissances) parfois plus critiques qu'avant la mise en commun des informations. Cette situation a d'ailleurs été vécue par le *Centre risque & performance* (CRP) lors de ses travaux sur les interdépendances entre les infrastructures essentielles. En mettant en commun des informations qui ne semblent *a priori* pas confidentielles, il peut en résulter une connaissance qui, elle, peut être jugée hautement critique et qui peut représenter un risque réel si elle est divulguée.

7.2 Résultats de la grille d'évaluation fournie

Cette partie rapporte les réponses à la grille d'évaluation reçues jusqu'à présent. Six grilles d'évaluation (trois pour le CRTU et trois pour l'ACPTU) ont été retournées et des relances sont en cours pour obtenir davantage de réponses. Ce taux de réponses (6 réponses sur environ 40 soit 15%) peut paraître faible. Toutefois les membres des comités interrogés devaient donner un avis écrit suite à une consultation à l'interne de leur organisation. Cette consultation demande du temps et des ressources humaines ce qui a pu freiner le remplissage de la grille dans les délais de réponses prévus (15 jours après les rencontres). De plus, les six réponses obtenues représentent des avis d'organisations du milieu des télécommunications directement concernées par la problématique abordée dans l'étude. Ces avis, quel que soit leur nombre, sont donc importants et pertinents à considérer.

7.2.1 Résultats sur les freins au partage d'informations

Pour rappel, pour chacun des freins au partage d'informations, les membres des comités ont dû évaluer sur une échelle de 0 à 4 la pertinence, la note 0 désignant un critère non pertinent et la note 4 désignant un critère jugé très pertinent. À partir de la note de 3, le frein est jugé pertinent.

Pour chaque frein listé dans la grille d'évaluation, la figure 7-1 ci-dessous présente les résultats moyens des six réponses reçues (colonne « Total ») et compare la moyenne des résultats obtenus au sein des deux comités (colonnes « CRTU » et « ACPTU »).

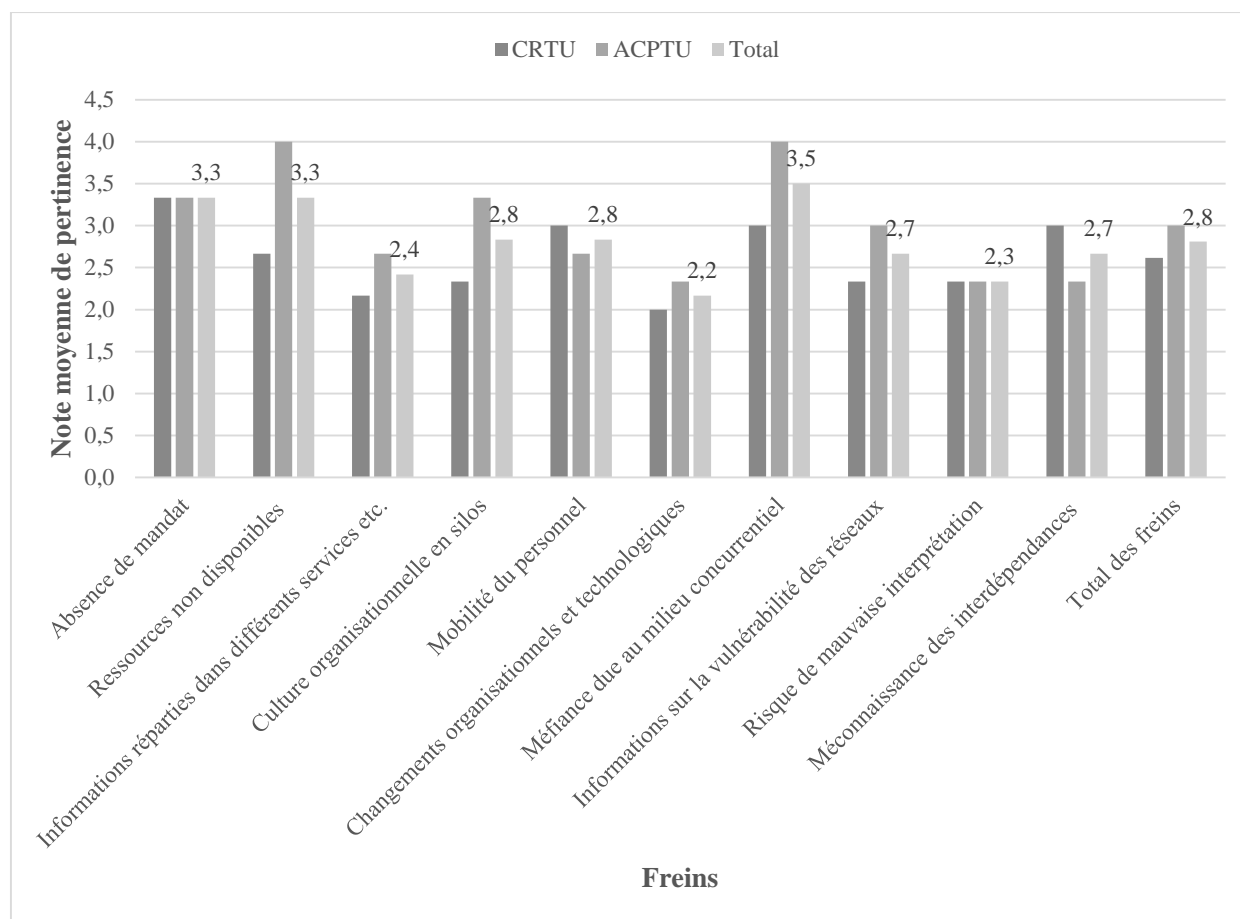


Figure 7-1 : Moyennes des réponses à la grille d'évaluation concernant les freins

En commentaire de la grille d'évaluation, il a été souligné par le CRTU que même s'il n'existe pas de mandat spécifique pour étudier les interdépendances entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST), « la communication entre FST à ce sujet est non systématique en temps de paix à cause des secrets d'entreprise et plus facile en situation d'urgence ». Toutefois, l'absence de mandat a été jugée comme un frein pertinent par les deux comités. Dans les commentaires du CRTU, ceci se ressent par l'expression qu'un « aval de la haute direction » pourrait faire la différence notamment pour soulever d'autres freins comme la méfiance à coopérer en raison du milieu concurrentiel. La remarque qu'une « réglementation (Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications) pourrait mieux encadrer les relations entre les télécommunicateurs » a également été faite par le CRTU en commentaire. Ces commentaires confirment le commentaire fait par le CRTU lors de la présentation pour appuyer la nécessité d'un leadership fort.

La méfiance à coopérer en raison du milieu concurrentiel est le second frein à avoir été jugé comme un frein pertinent par l'ensemble des deux comités.

La non-disponibilité des ressources est également jugée pertinente en moyenne sur la totalité des réponses obtenues. Cependant, pour ce frein, l'ACPTU le juge pertinent, mais pas le CRTU (2.7 sur 4 pour chacun). Cette différence peut peut-être s'expliquer par le fait que les membres de l'ACPTU sont d'un niveau hiérarchique plus stratégique que les membres du CRTU et donc plus sensible aux problématiques liées à la gestion des ressources. D'ailleurs, en commentaire des réponses à la grille d'évaluation, le CRTU a indiqué que ce frein était « plus une question de processus et de volonté » ce qui laisse entendre que ce frein a une portée plus stratégique. Encore une fois, ces disparités au niveau des réponses fournies par les deux comités s'agissent peut-être simplement d'une perception, mais il serait intéressant dans la suite des travaux de valider. Une présentation éventuelle devant les membres du Comité consultatif canadien pour la sécurité des télécommunications (CCCST), qui se situent à des niveaux hiérarchiques supérieurs dans les organisations par rapport aux membres de l'ACPTU, pourrait venir fournir d'autres éléments intéressants pour comprendre cette disparité.

Pour chaque frein listé dans la grille d'évaluation, la figure 7-2 ci-dessous présente les écart-types des six réponses reçues (colonne « Total ») et compare les écart-types des résultats obtenus au sein des deux comités (colonnes « CRTU » et « ACPTU »).

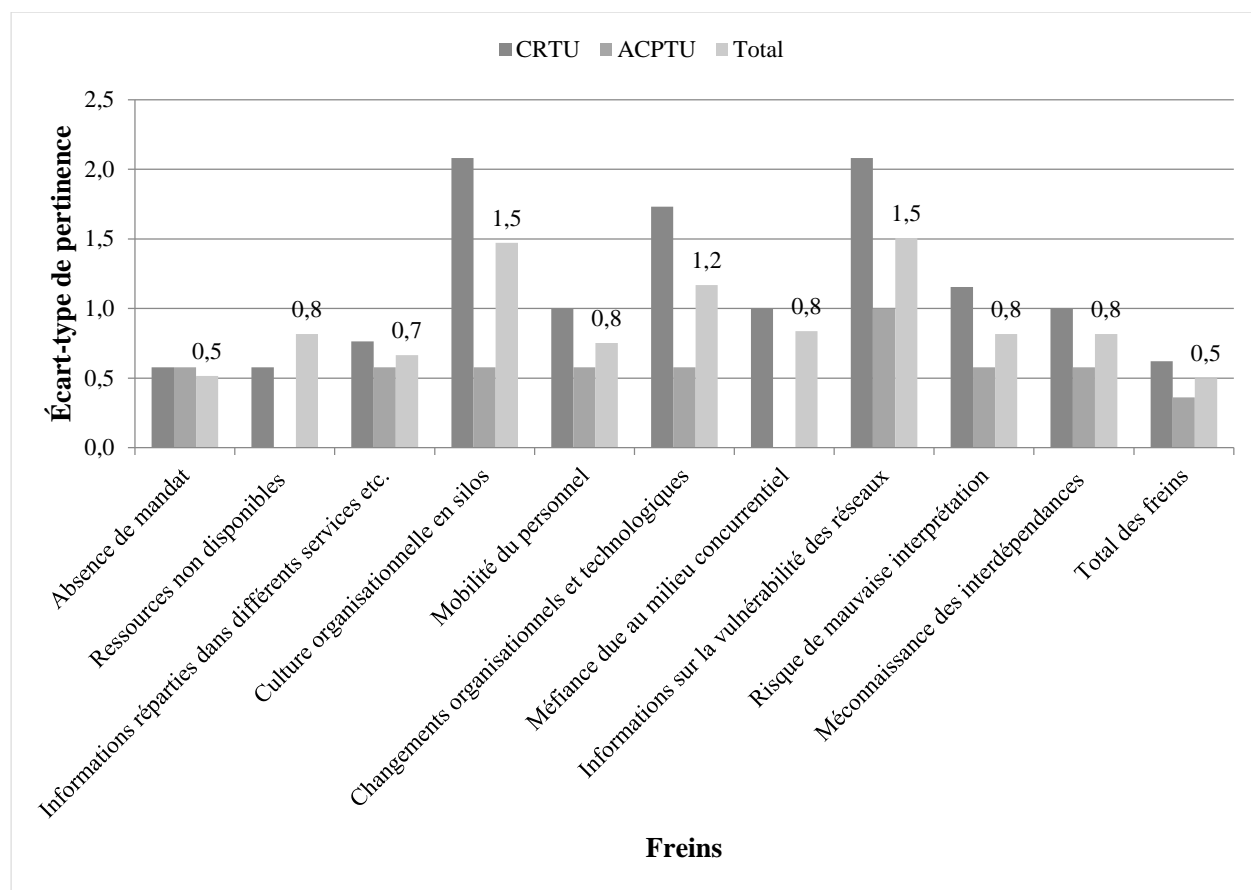


Figure 7-2 : Écart-types des réponses à la grille d'évaluation concernant les freins

Pour chacun des freins jugés pertinents soient l'absence de mandat, les ressources non disponibles et la méfiance due au milieu concurrentiel, les écart-types de 0,5 et 0,8 montrent qu'il n'existe pas d'écarts majeurs entre les réponses données entre les deux comités. Ceci vient consolider les résultats obtenus avec la moyenne des réponses.

7.2.2 Résultats sur les gains

La grille de notation pour évaluer les gains était la même que celle pour évaluer les freins : 0 pour un gain jugé non pertinent et 4 pour un gain jugé très pertinent. À partir de la note de 3, le gain est jugé pertinent.

Pour chaque gain listé dans la grille d'évaluation, la figure 7-3 ci-dessous présente les résultats moyens des six réponses reçues (colonne « Total ») et compare la moyenne des résultats obtenus au sein des deux comités (colonnes « CRTU » et « ACPTU »).

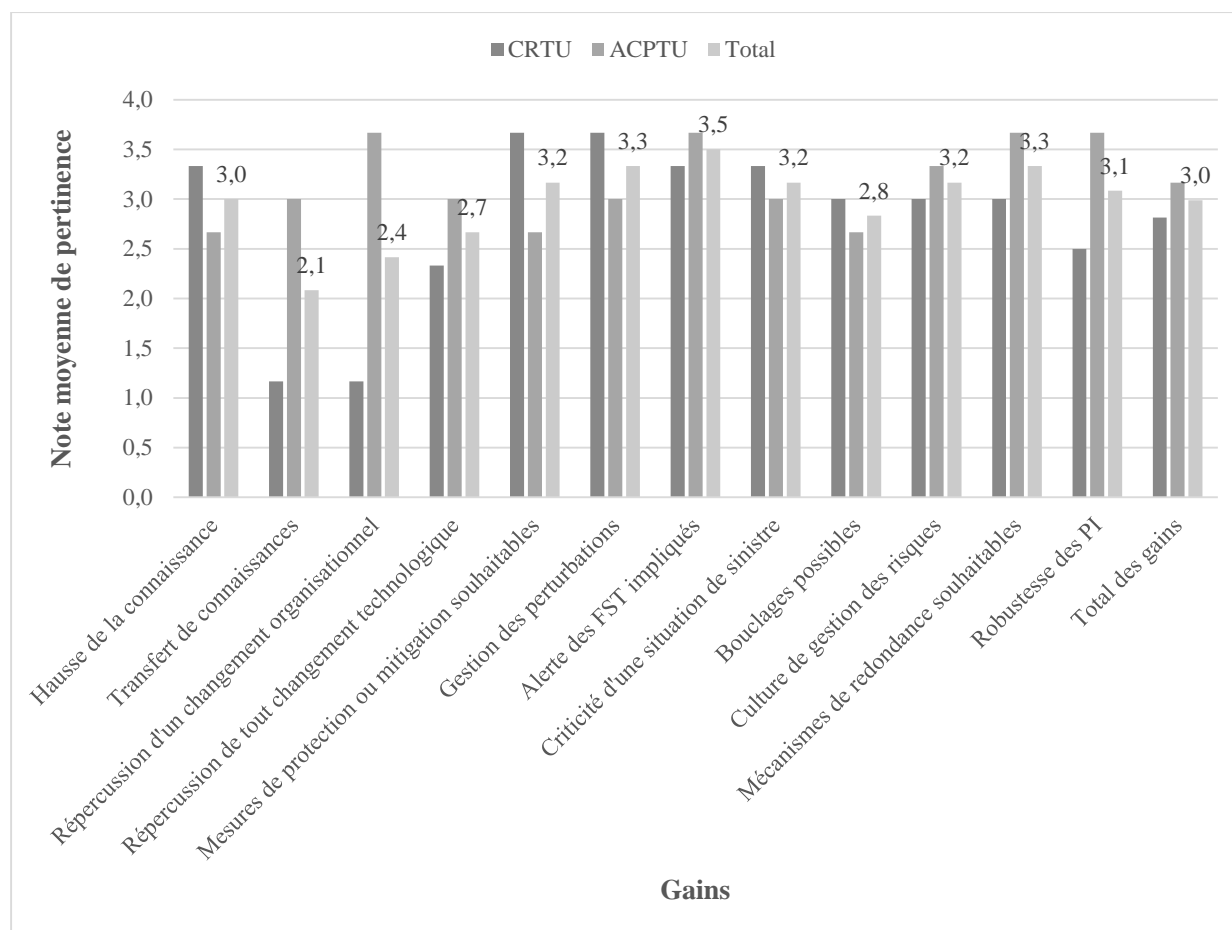


Figure 7-3 : Moyennes des réponses à la grille d'évaluation concernant les gains

Bien que peu nombreux pour le moment, les résultats qui ressortent des rencontres avec le CRTU et l'ACPTU sont encourageants concernant les travaux réalisés sur les gains attendus puisque dans l'ensemble positifs. En effet, en moyenne, les gains identifiés sont jugés pertinents (note de 3 sur 4) et chacun des gains est jugé pertinent par au moins l'un des deux comités.

De ces résultats, il ressort également une tendance à juger que l'alerte des FST est le gain le plus pertinent si l'on se réfère à la moyenne des notes de pertinence attribuées pour ce gain. Pour les deux comités, la gestion des perturbations, l'évaluation de la criticité d'une situation de sinistre, la culture de gestion des risques et les mécanismes de redondance souhaitables sont également jugés comme étant des gains pertinents.

La hausse de connaissances ainsi que les mesures de protection ou de mitigation souhaitables sont aussi jugées pertinentes en moyenne sur la totalité des réponses obtenues. Cependant, pour ces deux points le CRTU les jugent pertinents, mais pas l'ACPTU (2.7 sur 4 pour chacun).

Pour la robustesse de PI, la situation est inversée. En globalité, ce point est jugé pertinent, mais un écart existe entre la perception des deux comités : le CRTU ne le juge pas pertinent alors que l'ACPTU le juge pertinent.

Pour chaque gain listé dans la grille d'évaluation, la figure 7-4 ci-dessous présente les écart-types des six réponses reçues (colonne « Total ») et compare les écart-types des résultats obtenus au sein des deux comités (colonnes « CRTU » et « ACPTU »).

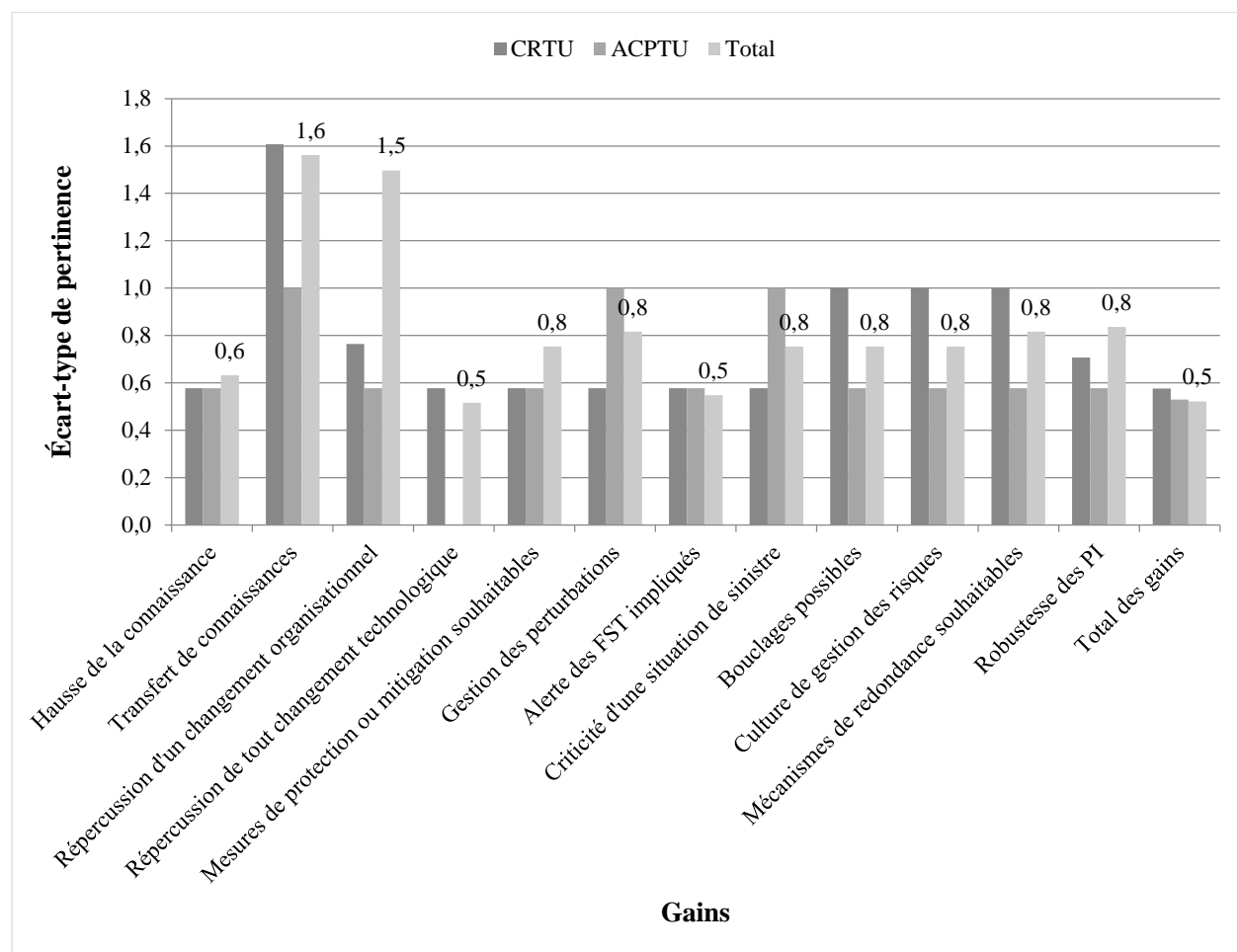


Figure 7-4 : Écart-types des réponses à la grille d'évaluation concernant les gains

Les variations des écart-types plus importantes que pour les freins pourraient s'expliquer par les différences stratégiques entre les deux comités. Par contre, pour chacun des gains jugés pertinents, les écart-types restent relativement faibles (0,5 et 0,8) ce qui tend à démontrer qu'il n'existe pas de désaccords majeurs entre les réponses données. Ceci vient consolider les résultats obtenus avec la moyenne des réponses.

Synthèse

Dans le cadre de la recherche-action entreprise pour ces travaux de recherche, le Comité régional des télécommunications d'urgence du Québec et l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence ont été impliqués. Chacun de ces acteurs a une implication dans le secteur des télécommunications. Ainsi, les exercices de validation réalisés avec ces acteurs sont constructifs puisqu'ils permettent d'orienter les travaux selon les préoccupations et besoins du milieu des télécommunications. Dans l'ensemble, les exercices de validation montrent que les travaux réalisés jusqu'à présent évoluent dans la bonne direction. Il n'y a pas de désaccord majeur avec les analyses réalisées jusqu'à présent. En revanche, davantage d'intervenants du milieu pourraient être impliqués pour confirmer certains résultats plus spécifiques adressés par les intervenants consultés jusqu'à présent.

CHAPITRE 8 RECOMMANDATIONS

Suite aux exercices de validation réalisés avec le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec et l'Association canadienne de planification des télécommunications d'urgence (ACPTU), ce chapitre vise à formuler des recommandations quant à la structure du Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) et au mode de gouvernance qu'il pourrait adopter. En dernière partie de chapitre, des pistes de travail pour la suite du projet confié au *Centre risque & performance* sont également proposées.

8.1 Structure du cadre de partage d'informations

La nécessité d'un cadre flexible, autrement dit évolutif, a été mise en avant pour répondre à l'ensemble des freins au partage d'informations entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST) interdépendants. Par exemple, le CÉPI devra permettre la gestion d'informations manquantes et imprécises, sachant l'accès difficile aux informations, la sensibilité de celles-ci et la méconnaissance liée à certaines informations.

C'est une problématique reliée au domaine de l'intelligence artificielle et des systèmes experts. Le CÉPI devra permettre de structurer des connaissances relatives aux Points d'interdépendance (PI) entre les FST pour les appliquer au besoin et selon les particularités des zones à l'étude. L'application de ces connaissances permettra alors d'identifier des PI et d'évaluer si toutes les informations relatives à chacun d'entre eux sont complètes ou si, au contraire, d'autres informations sont nécessaires d'être colligées.

8.2 Mode de gouvernance du cadre de partage d'informations

Une des modalités à respecter par le CÉPI est de devoir être maintenu opérationnel sur de longues périodes de temps. De plus, il devra évoluer au gré des connaissances, des changements technologiques, etc. Les principes de gouvernance prennent donc une importance majeure pour son maintien. Cette question de la gouvernance, et de sa nécessité dans le cadre de mises à jour fréquentes, a d'ailleurs été soulevée à la fois par le CRTU et l'ACPTU lors des rencontres avec chacun de ces deux comités.

Il est recommandé qu'une organisation responsable d'un tel CÉPI, autrement dit qui en aura sa gouvernance, est les missions suivantes :

- établir une stratégie d'implantation du CÉPI au Québec, mais aussi dans l'ensemble des provinces du Canada dans l'optique que les frontières de l'étude soient étendues à d'autres provinces canadiennes. Cette stratégie doit se faire en collaboration et en accord avec les principaux FST de ces provinces.
- établir des critères de criticité pour l'évaluation de la criticité des PI entre les FST ;
- réaliser les études d'identification et de caractérisation des principaux PI entre les FST en fonction des critères de criticité établis précédemment ;
- maintenir les études d'identification des PI ;
- mettre à jour les études d'identification des PI ;
- intégrer des informations suite à des changements technologiques, organisationnels, législatifs, etc. ;
- analyser les changements suite à une modification des acteurs dans les FST ;
- faire circuler l'information entre les différents acteurs concernés par les résultats d'analyse ;
- développer de nouvelles connaissances sur l'identification et la mise à jour des PI.

Au sujet de la question de savoir quelle organisation pourra prendre la gouvernance du CÉPI, il est recommandé de confier le mandat à une organisation neutre par rapport au secteur des télécommunications. En effet, la méfiance due au milieu concurrentiel ayant été reconnue comme un frein au partage d'informations, la gouvernance du CÉPI par une organisation externe au secteur des télécommunications semble plus pertinente. Plusieurs options sont possibles quant à l'organisation qui pourrait prendre la responsabilité du CÉPI à savoir :

- un Organisme sans but lucratif (OSBL) comme par exemple Info-Excavation³¹, qui est le premier et seul centre au Québec en prévention des dommages aux infrastructures souterraines. Cet OSBL pourrait être choisi au vu de son intérêt pour la

³¹ Info-Excavation, l'alliance pour la protection des infrastructures souterraines, est le premier et seul centre en prévention des dommages aux infrastructures souterraines au Québec. Ses activités ont débuté en 1993. Plus précisément, Info-Excavation répond à des demandes de localisation d'infrastructures souterraines ou à des demandes de plan pour les particuliers, entreprises et municipalités. Des outils (vidéos, guides de bonnes pratiques,

- des impacts de la défaillance des réseaux souterrains comme par exemple ceux de télécommunication. L'avantage de faire appel à un tel OSBL est son expertise terrain quant à la localisation des infrastructures souterraines de différents FST ce qui constitue un atout pour aider à la réalisation d'analyses liées à l'identification des PI entre les FST. En revanche, cet OSBL sera peut-être moins propice à rechercher de nouvelles idées d'analyses au fur et à mesure de l'évolution des travaux.
- un centre universitaire de recherche comme le *Centre risque & performance* de Polytechnique Montréal. Ce centre universitaire de recherche pourrait être choisi au vu des travaux de recherche en lien avec les interdépendances entre infrastructures essentielles qu'il mène depuis une quinzaine d'années. De plus, ce centre a une bonne connaissance des interdépendances entre FST puisqu'il travaille sur le projet de création d'un CÉPI dédié aux réseaux de télécommunication depuis juin 2014. Les avantages et inconvénients de confier la gouvernance du CÉPI sont inversés par rapport à ceux décrits pour un OSBL.
- une combinaison des deux solutions précédentes. Cette combinaison pourrait pallier aux inconvénients identifiés dans chacune des deux options précédentes.

Cependant, quelle(s) que soi(en)t la ou les organisation(s) chargé(es) de la gouvernance du CÉPI, le bon fonctionnement de celui-ci ne pourra pas exister sans l'implication des FST eux-mêmes. Ainsi, quelle que soit l'organisation en charge de la gouvernance du CÉPI, un appui de la haute direction de chaque FST et un accès à des experts à l'interne de chaque organisation seront nécessaires pour répondre aux demandes d'informations du CÉPI, réaliser des analyses à l'interne de chaque organisation et valider les résultats d'analyse réalisée par l'organisme ayant la gouvernance du CÉPI. Pour éviter de dupliquer l'existant, des comités de télécommunication déjà en place pourraient être appelés à fournir des informations si le CÉPI demande la collecte de certaines informations déjà recueillies par les comités en place.

etc.) sont également mis à disposition sur le site de l'organisme par Bell Canada, Cogeco, Vidéotron, ou encore Télébec, sont tous des propriétaires de réseaux de télécommunication qui font affaire avec Info-Excavation (Info-Excavation, 2015).

8.3 Suite des travaux

Suite à ces travaux de recherche, trois pistes de développement peuvent être proposées.

D'abord, l'idée de réaliser des exercices avec des FST a été soulevée. Cette idée fait suite à certains avis sceptiques lors de la rencontre avec les deux comités du secteur des télécommunications sur l'intérêt de confier un mandat portant sur les interdépendances entre FST. Par le biais d'exercices dans lesquels certains FST seraient directement impliqués, la prise de conscience de l'importance d'une telle problématique pourrait être renforcée. Selon la position hiérarchique à l'interne des organisations des participants aux exercices, le leadership indispensable de la part des FST pour l'étude de leurs interdépendances pourrait même être renforcé.

La diminution des risques liés à des pénalités financières (ex : cas du Pontiac avec Telus à la section 1.1.2), légales ou liés à la réputation que souhaite conserver tout FST pourrait être ajoutée comme un gain pour la création d'un CÉPI. Ces arguments financiers, réglementaires et liés à la réputation d'entreprise peuvent être plus en lien avec les préoccupations principales des hauts dirigeants des FST. Cependant, un bémol a été soulevé sur le fait que ce gain serait sans doute difficile à quantifier puisqu'il nécessiterait d'avoir accès à des informations contenues dans les contrats passés entre FST ou entre les FST et leurs clients pour connaître le montant des pénalités financières par exemple.

Enfin, cerner un gain sur lequel travailler avec davantage de précision pourrait être intéressant pour la suite des travaux. Ceci permettrait de cibler et de mieux identifier les informations recherchées ainsi que le type d'organisation à qui pourrait être confié le mandat de gérer le CÉPI.

CONCLUSION

En raison de leur caractère fondamental pour la société, les réseaux de télécommunication, comme l'ensemble des infrastructures dites essentielles, se doivent d'être protégés. En plus des mesures liées à la gestion des risques, aux mesures d'urgence, etc. prises à l'interne de chaque organisation de télécommunications, des comités du secteur des télécommunications existent. Le Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec, par exemple, travaille pour s'assurer de la disponibilité des réseaux de télécommunication sur ce territoire en situation d'urgence. Le groupe de travail sur la Protection cybernétique des télécommunications canadiennes (groupe de travail sur la PCTC), lui, travaille sur des problématiques liées à la sécurité cybernétique des réseaux de télécommunication.

Plus particulièrement, une étude des interdépendances entre Fournisseurs de services de télécommunication (FST) a tout son sens, au vu de la *Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles* adoptées par le gouvernement canadien, des travaux de recherche menés par le *Centre risque & performance* sur les interdépendances inter-sectorielles entre infrastructures essentielles et de la recommandation du CRTU.

Cependant bien que des échanges ponctuels peuvent alors lieu comme pendant exercices du CRTU ou lors de situations d'urgence, aucun comité du secteur des télécommunications n'a, actuellement, le mandat spécifique de réaliser des études sur ces interdépendances entre FST.

Ainsi, de façon générale, le but de ces travaux de recherche a été de comprendre les défis à relever pour favoriser la mise en place d'un Cadre d'échange et de partage d'informations (CÉPI) entre FST interdépendants. L'objectif premier d'un tel CÉPI est de faciliter l'identification des Points d'interdépendance (PI) entre FST et les FST impliqués sur ces FST. Dans un second temps, d'autres analyses pourront être menées pour examiner les impacts de la défaillance de tels PI

Plus précisément, quatre volets ont été abordés au cours de ces travaux de recherche pour mieux comprendre la problématique du manque de partage d'informations entre FST au sujet de leurs interdépendances.

1. Les interdépendances entre FST ont été caractérisées. Quatre types d'interdépendance existent entre les FST : les interdépendances cybernétiques, logiques, fonctionnelles (ou physiques) et géographiques.
2. Une liste des principaux freins au partage d'informations entre FST interdépendants a été réalisée. Ces freins ont été classés en quatre catégories à savoir : l'accès difficile aux informations à partager, la sensibilité de ces informations, la complexité de ces informations et la méconnaissance des informations.
3. Les gains attendus du CÉPI ont été énoncés. Là encore, ces gains ont été classés en quatre catégories à savoir : améliorer la gestion des connaissances, améliorer la gestion des risques, améliorer la gestion des conséquences et accroître la résilience des réseaux de télécommunication.
4. Des modalités à respecter par le CÉPI ont été établies. Ces modalités découlent des principaux freins au partage d'informations identifiés. Elles ont également été pensées pour s'aligner avec les gains espérés du CÉPI. Comme pour la liste des freins et des gains, le CÉPI devra respecter quatre modalités principales qui se déclinent chacune en modalités sous-jacentes. Les quatre modalités principales à respecter par le CÉPI sont : faciliter l'accès aux informations, respecter la sensibilité des informations, se baser sur des résultats d'expertises et être flexible.

Tout au long des travaux, la méthodologie dite de « recherche action » a été utilisée. Autrement dit, des acteurs du secteur des télécommunications ont été impliqués au travail de recherche. Ces échanges réguliers avec des intervenants du secteur des télécommunications sont une force pour le projet dans le sens où les remarques faites ont permis d'orienter les travaux selon les préoccupations et besoins du milieu des télécommunications.

Dans l'ensemble, les exercices de validation montrent que les travaux réalisés jusqu'à présent évoluent dans la bonne direction. En revanche, davantage d'intervenants du milieu pourraient être impliqués pour confirmer certains résultats plus spécifiques adressés par les intervenants consultés jusqu'à présent.

La notion de système expert sera intéressante à garder à l'esprit pour de futurs travaux de recherche portant sur la structure à donner à un CÉPI dédié à l'étude des interdépendances entre FST. De plus, il est recommandé de faire appel à une organisation ou à des organisations

externe(s) au secteur des télécommunications pour prendre la gouvernance d'un tel cadre. Enfin, une implication de la part de la haute direction et d'experts des différents FST sera indispensable pour assurer que les analyses d'interdépendance entre FST soient fondées. Ces recommandations quant à la gouvernance du CÉPI pourront également être prises en compte dans les futurs travaux de recherche portant sur le sujet.

LISTE DE RÉFÉRENCES

- Agence pour la diffusion de l'information technologique. (1999). 156 km de fibres optiques sous le fleuve St Laurent. Tiré de <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/45621.htm>
- Allard-Poesi, F. et Maréchal, G. (2007). Construction de l'objet de recherche. Dans R.-A. Thiéart et al. (Édit.), *Méthodes de recherche en management* (p. 34-57). Paris, France : Dunod.
- Bélanger, M. (19 février 2015a). Deux heures sans service dans le Pontiac. *Le Droit*. Tiré de <http://www.lapresse.ca/le-droit/actualites/actualites-regionales/201502/18/01-4845421-deux-heures-sans-service-dans-le-pontiac.php>
- Bélanger, M. (24 mars 2015b). Plus de 4 millions \$ en pénalités à Telus. *Le Droit*. Tiré de <http://www.lapresse.ca/le-droit/actualites/actualites-regionales/201503/23/01-4854891-plus-de-4millions-en-penalites-a-telus.php>
- Cappelletti, L. (2010). *La recherche-intervention : quels usages en contrôle de gestion ?* Communication présentée au Congrès de l'Association Francophone de Comptabilité, Nice, France. Tiré de <https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00481090/document>
- Communication environmental and fisheries consultants limited. (2004). *Projet COGIM : résumé de l'évaluation environnementale*. Tiré de http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/cables_optiques/documents/pr3-2.pdf
- Commutateur réseau. (s.d.). Dans *Wikipédia*. Consulté le 10 août 2015, tiré de https://fr.wikipedia.org/wiki/Commutateur_r%C3%A9seau
- Cologix. (2015). Emplacements. Tiré de <http://www.cologix.com/fr/locations/montreal>
- CCCST. (2013). *Pratiques exemplaires de sécurité pour les fournisseurs de services de télécommunications canadiens (FST)*. Tiré de [https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/CCCST-securite-pratiques-exemplaires2013.pdf/\\$file/CCCST-securite-pratiques-exemplaires2013.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/CCCST-securite-pratiques-exemplaires2013.pdf/$file/CCCST-securite-pratiques-exemplaires2013.pdf)
- CRTC. (2005). *Étude du cadre réglementaire des télécommunications au Canada* (Document de discussion). Tiré de <http://publications.gc.ca/collections/Collection/BC92-58-2005F.pdf>

- CRTC. (2013). *Rapport de surveillance des communications*. Tiré de <http://www.crtc.gc.ca/fra/publications/reports/policymonitoring/2013/cmr2013.pdf>
- CRTC. (2014a). *Rapport de surveillance des communications*. Tiré de <http://www.crtc.gc.ca/fra/publications/reports/PolicyMonitoring/2014/cmr.pdf>
- CRTC. (2014b). À propos de nous. Tiré de <http://www.crtc.gc.ca/fra/acrtc/acrtc.htm>
- CRTU. (2013). *Exercices de la série Simba-Nicky (SN1 à SN3)* (Rapport final-version pour approbation par le CRTU).
- CSEM. (s.d.). Services professionnels. Tiré de <http://www.csem.qc.ca/index.asp?MenuID=4&SMenuID=&DDMenuID=4>
- CSPQ. (2015a). *Plan de transformation : pour des services partagés performants utilisés comme levier d'une gestion rigoureuse des dépenses de l'État*. Tiré de http://www.cspq.gouv.qc.ca/fileadmin/Fichiers_client/Centre_documentaire/A_propos/PTO/PT-Plan_Theorique-vfW.pdf
- CSPQ. (2015b). Réseau national intégré de radiocommunication (RENIR). Tiré de http://www.cspq.gouv.qc.ca/faire-affaire-avec-le-cspq/famille-de-services/sous-famille-de-services/services/service/reseau-national-integre-de-radiocommunication-renir/?no_cache=1
- CSPQ. (2015c). Réseau intégré de télécommunication multimédia (RITM). Tiré de http://www.cspq.gouv.qc.ca/faire-affaire-avec-le-cspq/famille-de-services/sous-famille-de-services/services/service/reseau-integre-de-telecommunications-multimedia-ritm/?no_cache=1
- CTEPA. (2015). About CTEPA. Tiré de <http://www.ctepa.ca/>
- David, A. (2012a). Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion : trois hypothèses revisitées. Dans A. David, A. Hatchuel et R. Laufer (Édit.), *Les nouvelles fondations des sciences de gestion* (p. 111-142). Paris, France : Presses des MINES.

David, A. (2012b). La recherche-intervention, cadre général pour la recherche en management ? Dans David, A., Hatchuel, A. et Laufer, R. (Édit.), *Les nouvelles fondations des sciences de gestion* (p. 243-264). Paris, France : Presses des MINES.

Direction des industries des technologies de l'information et des communications. (2002). *Répertoire des fabricants d'équipements de télécommunications au Québec*. Tiré de <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs35470>

Dromard, D. et Seret, D. (2010). *Architecture des réseaux* (2^e éd.). Paris, France : Pearson Education France.

Expertech network installation inc. (s.d.). Home. Tiré de <http://www.expertech.net/en/home.htm>

Flextronics. (2015). About us. Tiré de http://www.flextronics.com/about_us/default.aspx

Gouvernement du Canada. (2009). *Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles*. Tiré de <http://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/srtg-crtcl-nfrstrctr/srtg-crtcl-nfrstrctr-fra.pdf>

Gouvernement du Canada. (2011). *Un cadre de sécurité civile pour le Canada Deuxième édition Ministres responsables de la gestion des urgences*. Tiré de <http://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/mrgnc-mngmnt-frmwrk/mrgnc-mngmnt-frmwrk-fra.pdf>

Gouvernement du Canada. (2014). *Plan d'action sur les infrastructures essentielles*. Tiré de <http://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/pln-crtcl-nfrstrctr-2014-17/pln-crtcl-nfrstrctr-2014-17-fra.pdf>

Iannone, E. (2011). *Telecommunication networks*. Tiré de <http://www.crcnetbase.com/isbn/9781439846377>

Industrie Canada. (2011a). Comité régional des télécommunications d'urgence (CRTU) du Québec. Tiré de http://www.ic.gc.ca/eic/site/et-tdu.nsf/fra/h_wj00122.html

Industrie Canada. (2011b). Télécommunications d'urgence – Mandat. Tiré de http://www.ic.gc.ca/eic/site/et-tdu.nsf/fra/h_wj00128.html

- Industrie Canada. (2013). Directives liées à la notification d'un incident de télécommunication. Tiré de <http://www.ic.gc.ca/eic/site/et-tdu.nsf/fra/wj00302.html>
- Industrie Canada. (2014). Gestion du spectre et télécommunications. Tiré de http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/fra/h_sf10727.html
- Info-Excavation. (2015). Historique. Tiré de <http://www.info-ex.com/a-propos/historique/>
- International Organization for Standardization. (2009). *ISO 31000 : 2009 Management du risque -- Principes et lignes directrices*.
- IT-ISAC. (2013). About us. Tiré de <http://www.it-isac.org/>
- Juhan, V. (22 juillet 2010). Équipementiers télécoms : la carte mondiale se redessine. *Le journal du net*. Tiré de <http://www.journaldunet.com/solutions/systemes-reseaux/equipementiers-telecoms-la-nouvelle-donne.shtml>
- Marty, M. (2014). *Analyses-diagnostics du potentiel de résilience d'une organisation*. (Mémoire de maîtrise, Polytechnique Montréal, Montréal, QC).
- Merini, C. et Ponté, P. (2008). La recherche-intervention comme mode d'interrogation des pratiques. *Savoirs*, 1(16), 77-95.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. Tiré de <http://web.net/robrien/papers/arfinal.html>
- Openface Internet. (2013). Connectivité. Tiré de <http://www.openface.com/connectivite/fiber-optic-internet-connections-2/?lang=fr>
- Peerenboom, J.P., Fisher, R.E., Rinaldi, S.M. et Terrence, K.K. (2002). Studying the chain reaction. *Electric Perspectives*, 27(1), 22-35.
- Petit, F. (2009). *Concepts d'analyse de la vulnérabilité des infrastructures essentielles face au risque cybernétique*. (Thèse de doctorat, Polytechnique Montréal, QC).

Pillou, F. (s.d.). Topologie des réseaux. Tiré de <http://www.commentcamarche.net/contents/512-topologie-des-reseaux>

Réseau Alliance-Com. (2012a). Commutation de circuit. Tiré de <http://www.createurdeconvergence.com/glossaire-telecom-reseaux/commutation-de-circuit/>

Réseau Alliance-Com. (2012b). Commutation de paquets. Tiré de <http://www.createurdeconvergence.com/glossaire-telecom-reseaux/commutation-de-paquets/>

Réseau de communications Eeyou. (2014). Mission. Tiré de <http://www.eeyou.ca/fr/accueil#mission>

Rinaldi, S.M., Peerenboom, J.P. et Kelly, T.K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructures interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), 11–25.

Robert, B. et Morabito, L. (2008). The operational tools for managing physical interdependencies among critical infrastructures. *International Journal of Critical Infrastructures*, 4(4), 353-367.

Robert, B. et Morabito, L. (2010). An approach to identifying geographic interdependencies among critical infrastructures. *International Journal of Critical Infrastructures*, 6(1), 17–30.

Sécurité publique du Québec. (2009). Sûreté des infrastructures stratégiques. Tiré de <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/police/securite-etat/protection-infrastructures.html>

Schiller, D. (juillet 2003). Télécommunications, les échecs d'une révolution. *Le Monde diplomatique*, 50(592), 28-29. Tiré de <http://www.monde-diplomatique.fr/2003/07/SCHILLER/10269>

Tanenbaum, A. et Wetherall, D. (2011). *Réseaux* (5^e éd.). Paris, France : Pearson Education France.

Technicom Nord-Ouest. (2015). Nos services. Tiré de <http://www.technicom-no.com/>

The White House. (2013). Presidential Policy Directive – Critical Infrastructure Security and Resilience. Tiré de <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/02/12/presidential-policy-directive-critical-infrastructure-security-and-resil>

- Union internationale des télécommunications. (2015). À propos de l'Union internationale des télécommunications. Tiré de <http://www.itu.int/fr/about/Pages/default.aspx>
- Wilson, K. (1995). Competition in Long-Distance Telphony : A Critical Analysis of Telecom Decision CRTC 92-12. *Canadian Journal of Communication*, 20(2), 167-190. Tiré de <http://www.cjc-online.ca/index.php/journal/article/view/864/770>
- Wood, P. (2013). Cutting the wire but not the responsibility – Peracmo Inc v Telus. Tiré de <http://www.thecourt.ca/2013/11/13/cutting-the-wire-but-not-the-responsibility-peracomo-inc-v-telus/>
- Xplornet. (2015). À propos de nous. Tiré de <http://www.monxplornet.com/>

ANNEXE A – GRILLE D’EVALUATION



C.R.T.U. 21 mai 2015

CADRE D’ÉCHANGE ET DE PARTAGE

POLYTECHNIQUE
MONTREAL



**À REMETTRE SOIT D’ICI LA FIN DE LA JOURNÉE À MICHEL RENAUD OU À UN
MEMBRE DU CRP SOIT PAR COURRIEL À MICHEL RENAUD AVANT LE 5 JUIN**

1 COPIE PAR ORGANISATION

Comment percevez-vous chacun des freins au partage d’informations identifiés ?

Pour chacun des freins suivants, évaluer sa pertinence selon la grille de notation ci-dessous et commentez si besoin.

Note	0	1	2	3	4
Critère	Non pertinent	Très peu pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent

Grille de notation de la pertinence

Freins	Pertinence (entre 0 et 4)	Commentaire
DIFFICULTÉ À OBTENIR LES INFORMATIONS		
Initiatives présentes, mais absence de mandat dédié à l’étude des interdépendances entre réseaux de télécommunications		
Culture organisationnelle en silos à l’interne		
Ressources (\$/humaines) non disponibles pour collecter les informations		
Informations réparties dans différents services et différentes filiales et non clairement répertoriées		
Problème de la pérennité des informations dans un contexte de mobilité du personnel		

Problème de la pérennité des informations dans un contexte de changements organisationnels et technologiques		
SENSIBILITÉ DES INFORMATIONS		
Milieu concurrentiel ce qui implique de la méfiance même s'il y a de la collaboration au niveau tactique et mesures d'urgence (ex : C.R.T.U.) et au niveau stratégique (ex : CSTACT) sur certains enjeux		
Forte réticence à partager des informations qui concernent la vulnérabilité des réseaux en raison des risques associés		
COMPLEXITÉ DES INFORMATIONS		
Risque de mauvaise interprétation de données techniques		
DIFFICULTÉ À MAÎTRISER LES INFORMATIONS		
Développement technologique rapide et axé sur la performance des réseaux ce qui entraîne une certaine méconnaissance des interdépendances		

Pensez-vous à d'autres freins qui pourraient être ajoutés ?

--

Comment percevez-vous chacun des gains identifiés ?

Pour chacun des gains suivants, évaluer sa pertinence selon la grille de notation ci-dessous et commentez si besoin.

Note	0	1	2	3	4
Critère	Non pertinent	Très peu pertinent	Peu pertinent	Pertinent	Très pertinent

Grille de notation de la pertinence

Gains	Pertinence (entre 0 et 4)	Commentaire
AMÉLIORER LA GESTION DE LA CONNAISSANCE		
Accroître les connaissances sur les réseaux de télécommunications et leurs interdépendances		
Faciliter le transfert de connaissances dans un contexte de mobilité du personnel dans les organisations		
Faciliter l'identification des répercussions potentielles d'un changement organisationnel (nouvel acteur sur le marché, fusion, etc.)		
Faciliter l'identification des répercussions potentielles de tout changement technologique		
AMÉLIORER LA GESTION DES RISQUES		
Faciliter l'identification des points d'interdépendances où des mesures de mitigation ou d'atténuation sont souhaitables		
Faciliter la gestion des perturbations impliquant plusieurs organisations		
AMÉLIORER LA GESTION DES CONSÉQUENCES		
Faciliter l'identification des acteurs à alerter		

Faciliter l'évaluation de la criticité d'une situation de sinistre (services essentiels desservis, etc.)		
Faciliter l'identification des bouclages possibles dans la zone affectée		
ACCROÎTRE LA RÉSILIENCE DES RÉSEAUX		
Développer une culture de gestion des risques en prenant en compte les interdépendances		
Faciliter l'identification de mécanismes de redondance potentiels au niveau des points d'interdépendances		
Accroître la robustesse des interconnexions entre réseaux de télécommunications		

Pensez-vous à d'autres gains qui pourraient être ajoutés ?

Merci de votre participation !